

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES GERMINADAS DE *Handroanthus*
heptaphyllus (Vell.) Mattos E SEU COMPORTAMENTO EM VIVEIRO**

ISLIANA GRIEBLER RIBEIRO CALDAS

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP - Campus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Ciência Florestal

BOTUCATU – SP
Janeiro - 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES GERMINADAS DE *Handroanthus*
heptaphyllus (Vell.) Mattos E SEU COMPORTAMENTO EM VIVEIRO**

ISLIANA GRIEBLER RIBEIRO CALDAS

Orientador: Prof. Dr. Edson Seizo Mori

Co-orientador: Prof. Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP - Campus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Ciência Florestal

BOTUCATU – SP
Janeiro - 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Caldas, Isliana Griebler Ribeiro, 1986-
C145a Armazenamento de sementes germinadas de *Handroanthus*
heptaphyllus (Vell.) Mattos e seu comportamento em viveiro
/ Isliana Griebler Ribeiro Caldas. - Botucatu : [s.n.],
2013
x, 87 f. : tabs., ils., grafs., fots. color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013
Orientador: Edson Seizo Mori
Coorientador: Edvaldo Aparecido Amaral da Silva
Inclui bibliografia

1. Ipê roxo - Mudas. 2. Vermiculita. 3. Sementes - Arma-
zenamento. I. Mori, Edson Seizo. II. Silva, Edvaldo Apare-
cido Amaral da. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio
de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciên-
cias Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "ARMAZENAMENTO DE SEMENTES GERMINADAS DE *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos E SEU COMPORTAMENTO EM VIVEIRO"

ALUNA: ISLIANA GRIEBLER RIBEIRO CALDAS

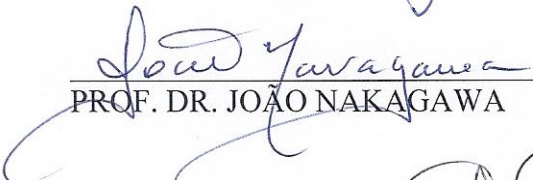
ORIENTADOR: PROF. DR. EDSON SEIZO MORI

COORDENADOR: PROF. DR. EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA

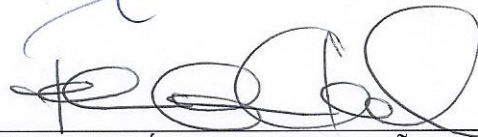
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. EDSON SEIZO MORI



PROF. DR. JOÃO NAKAGAWA



PROFA. DRA. FÁTIMA CONCEIÇÃO M. PIÑA RODRIGUES

Data da Realização: 25 de janeiro de 2013.

Dedico

A minha querida e amada mãe, Iara, e ao meu querido e saudoso pai, Jair.

Ofereço

A pessoa que é meu exemplo de vida e inspiração, minha mãe!

“Seja você a mudança que quer ver no mundo”

Mahatma Ghandi

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, proteção e orientação, dando-me forças para continuar e não desistir diante das dificuldades.

A minha querida e amada mãe, por ser essa pessoa e mãe maravilhosa, que sempre está ao meu lado dando-me força e apoio. Mãe, você é minha inspiração e orgulho, sem você nada disso seria possível!

Ao Rodrigo, meu namorado e companheiro, pelo apoio, carinho e paciência durante a reta final do mestrado, e a sua família, seus pais Rita e Massuo, sua irmã Thaís, e ao pequeno Antonio pelo carinho e por sempre torcerem por mim.

Aos mais que amigos: Dade e família (Juliana, Toninho, Andréia, Dinho, Duda, Ana e Alexandre), Dinda e Cláudio, e Rúbia. Obrigada por acreditarem em mim e me apoiarem em todos os momentos. Vocês sempre foram, e serão minha família do coração!

As queridas amigas Maria Rita, minha irmãzinha de mestrado, Flávia, Paula Nepomuceno e Mariucha, pela amizade, ajuda, paciência e por ouvirem, muitas vezes, queixas das minhas sementinhas.

Ao professor Edson Mori, pela orientação, conselhos e por me tranquilizar nos momentos de desespero quando as sementes não germinavam.

Ao professor Edvaldo Amaral, que foi mais que um co-orientador, orientando-me durante todo o projeto e ajudando a entender o que “o tal do PEG fazia”.

Aos funcionários que colaboraram para que o projeto fosse feito: Valéria, Cirinho, Didão, Claudinho e demais funcionários do viveiro.

Aos estagiários que me ajudaram ao longo do projeto, e que sempre estavam dispostos mesmo nos finais de semana. Não é mesmo Renan, Marcela e Laís?

A Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal pela oportunidade de realizar o mestrado nessa universidade.

A FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pela chance de desenvolver um trabalho em parceria e pela bolsa concedida (Processo: 2010/04074-0).

Enfim, a todos os familiares, amigos e colegas que, de longe ou de perto torceram por mim.

Meus sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VIII
RESUMO	1
SUMMARY	2
1 INTRODUÇÃO	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE ESTUDADA	5
2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS SEMENTES QUANTO AO ARMAZENAMENTO	7
2.3 ARMAZENAMENTO	8
3 OBJETIVO	16
3.1 OBJETIVO GERAL.....	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL	17
4.2 PRÉ-GERMINAÇÃO	22
4.3 SEMENTES GERMINADAS	22
4.4 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA DO SUBSTRATO	22
4.5 ESTUDO 1 – ARMAZENAMENTO DE SEMENTES GERMINADAS	23
4.5.1 ARMAZENAMENTO	23
4.5.2 DESENVOLVIMENTO DAS SEMENTES GERMINADAS APÓS O ARMAZENAMENTO	24
4.5.3 VIVEIRO DE MUDAS.....	25
4.5.4 MASSA SECA DA PARTE AÉREA E DA RAIZ	26
4.6 ESTUDO 2 – ARMAZENAMENTO DE SEMENTES GERMINADAS TRATADAS COM POLIETILENOGLICOL (PEG).....	26
4.6.1 DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL OSMÓTICO	26
4.6.2 TRATAMENTO COM POLIETILENOGLICOL (PEG).....	26
4.6.3 SECAGEM	27
4.6.4 PRÉ-UMIDIFICAÇÃO	28
4.6.5 ARMAZENAMENTO	28
4.6.6 MASSA SECA DA PARTE AÉREA E DA RAIZ	29
4.7 ANÁLISE DOS DADOS	29

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 ESTUDO 1 – ARMAZENAMENTO DE SEMENTES GERMINADAS	30
5.2 ESTUDO 2 – ARMAZENAMENTO DE SEMENTES GERMINADAS TRATADAS COM POLIETILENOGLICOL (PEG).....	49
6 CONCLUSÃO	67
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
APÊNDICE 1	76
APÊNDICE 2	78
APÊNDICE 3	80
APÊNDICE 4	82
APÊNDICE 5	84
APÊNDICE 6	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Frutos de <i>Handroanthus heptaphyllus</i> após a colheita	17
Figura 2. Fase inicial do trabalho	19
Figura 3. Etapas de armazenamento e fases do viveiro das sementes germinadas (estudo 1)	20
Figura 4. Etapas do tratamento prévio com PEG, armazenamento e fases do viveiro (estudo 2)	21
Figura 5. Pré-germinação em rolo de papel (RP)	22
Figura 6. Estratificação das sementes nas caixas com posterior vedação e montagem dos lotes	24
Figura 7. Plântulas de ipê na fase de desenvolvimento na câmara de germinação	25
Figura 8. Sementes germinadas em solução de PEG	27
Figura 9. Caixa plástica utilizada para realizar a secagem lenta das sementes germinadas após tratamento com PEG, através do uso da sílica gel	27
Figura 10. Pré-umidificação das sementes germinadas tratadas com PEG após a secagem lenta	28
Figura 11. Sementes germinadas. Indivíduos sobreviventes durante o armazenamento ..	31
Figura 12. Sementes germinadas. Plântulas normais após período no germinador	32
Figura 13. Sementes germinadas. Plântulas anormais após período no germinador.....	33
Figura 14. Sementes germinadas. Plântulas anormais. (a) Mês 7 – 0%; (b) Mês 5 – 30%.....	34
Figura 15. Sementes germinadas. Plântulas mortas após período no germinador	35
Figura 16. Sementes germinadas. Indivíduos sobreviventes após período na Casa de Vegetação – CV	36
Figura 17. Sementes germinadas. Indivíduos sobreviventes após período na Casa de Sombra – CS	36
Figura 18. Sementes germinadas. Indivíduos sobreviventes após o período a Pleno Sol – PS	37
Figura 19. Sementes germinadas. Comprimento médio da parte aérea após armazenamento	38
Figura 20. Sementes germinadas. Comprimento médio radicular após armazenamento.....	39

Figura 21. Sementes germinadas. Sementes germinadas de <i>H. heptaphyllus</i> após cinco meses de armazenamento. (a) 0%; (b) 30%, (c) 60%	40
Figura 22. Sementes germinadas. Comprimento médio aéreo após período no germinador	40
Figura 23. Sementes germinadas. Comprimento médio radicular após período no germinador.....	41
Figura 24. Sementes germinadas. Altura média das mudas após período na Casa de Vegetação – CV	42
Figura 25. Sementes germinadas. Mudas após 30 dias na CV. Mês 2: (a) 0%; (b) 30%, (c) 60%	43
Figura 26. Sementes germinadas. Mudas após 30 dias na Casa de Sombra - CS. Mês 2: (a) 0%; (b) 30%,(c) 60%.....	43
Figura 27. Sementes germinadas. Altura média das mudas após período na CS	44
Figura 28. Sementes germinadas. Mudas após 45 dias a Pleno Sol - PS. Mês 3: (a) 0%; (b) 30%, (c) 60%.....	45
Figura 29. Sementes germinadas. Média da altura e diâmetro das mudas após 45 dias a pleno sol	46
Figura 30. Sementes germinadas. Altura média das mudas após 45 dias a pleno sol e média das temperaturas mínima e máxima nesse período	46
Figura 31. Sementes germinadas. Comprimento médio aéreo (PA) e radicular (R) das mudas utilizadas para determinar a massa seca	47
Figura 32. Sementes germinadas. Massa seca aérea (PA) e radicular (R) das mudas dos tratamentos 0, 30 e 60% após 105 dias no viveiro	48
Figura 33. PEG. Indivíduos sobreviventes durante o armazenamento	49
Figura 34. PEG. Plântulas normais após o período no germinador	50
Figura 35. PEG. Plântulas anormais após o período de desenvolvimento na câmara de germinação	52
Figura 36. PEG. Plântulas normais e anormais com PEG após o período no germinador. (a) Plântula normal mês 5 - 30%; (b) Plântula normal mês 5 - 60%; (c) Plântula anormal mês 4 – 30%; (d) Plântula anormal mês 4 – 60%	52
Figura 37. PEG. Plântulas mortas após o período de desenvolvimento na câmara de germinação	53

Figura 38. PEG. Indivíduos sobreviventes ao período na Casa de Vegetação – CV	54
Figura 39. PEG. Mudanças após período na CV. (a) Mês 3 – 30%; (b) Mês 2 -60%	55
Figura 40. PEG. Indivíduos sobreviventes ao período na Casa de Sombra – CS	55
Figura 41. PEG. Mudanças de <i>H. Heptaphyllus</i> após período na CS. Mês 1: (a) 30%; (b) 60%	56
Figura 42. PEG. Indivíduos sobreviventes ao período a Pleno Sol – PS	57
Figura 43. PEG. Mudanças de <i>H. heptaphyllus</i> após período a PS. Mês 1: (a) 30%; (b) 60%	57
Figura 44. PEG. Comprimento médio da parte aérea após armazenamento	58
Figura 45. PEG. Comprimento médio radicular após armazenamento	59
Figura 46. PEG. Comprimento médio da parte aérea após período no germinador	60
Figura 47. PEG. Comprimento médio radicular após período no germinador	61
Figura 48. PEG. Altura média após período na Casa de Vegetação – CV	61
Figura 49. PEG. Altura média após período na Casa de Sombra – CS	62
Figura 50. PEG. Média da altura e diâmetro de colo após período a Pleno Sol – PS	63
Figura 51. PEG. Altura média das mudas após 45 dias a pleno sol e média das temperaturas mínima e máxima nesse período	64
Figura 52. PEG. Comprimento médio aéreo (PA) e radicular (R) das mudas utilizadas para determinar a massa seca após 105 dias no viveiro	65
Figura 53. PEG. Massa seca aérea (PA) e radicular (R) das mudas dos tratamentos 30 e 60% após 105 dias no viveiro	66

ARMAZENAMENTO DE SEMENTES GERMINADAS DE *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos E SEU COMPORTAMENTO EM VIVEIRO. Botucatu, 2013. 96 p.

Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: Isliana Griebler Ribeiro Caldas

Orientador: Edson Seizo Mori

Co-orientador: Edvaldo Aparecido Amaral da Silva

RESUMO

O estudo visou prolongar a manutenção da viabilidade e a longevidade de sementes de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos por períodos superiores ao do armazenamento convencional, via sementes. Para isso, foi testado o processo de armazenamento por meio de sementes germinadas. O objetivo do trabalho foi armazenar sementes germinadas de *H. heptaphyllus* (Estudo 1); e tentar prolongar ainda mais o período de armazenamento re-induzindo a raiz primária a tolerar à dessecação através do tratamento com polietilenoglicol (Estudo 2). Foi objetivo também do trabalho avaliar o desenvolvimento das mudas produzidas a partir dessas sementes germinadas. O armazenamento foi feito em câmara fria (10°C), em substrato com três níveis de capacidade de retenção de água (0, 30 e 60%). As sementes germinadas foram avaliadas mensalmente, durante nove meses, em condições de câmara de germinação a 25°C com 8h/diárias de luz (30 dias), seguindo para o viveiro para acompanhar seu desenvolvimento (casa de vegetação - 30 dias; casa de sombra - 30 dias; pleno sol - 45 dias). Foi possível armazenar sementes germinadas de ipê, assim como restabelecer a tolerância à dessecação nas mesmas. Os resultados mostraram que é possível armazenar sementes germinadas na condição de 0% durante 7 meses, com cerca de 50% de sobrevivência. Já as sementes germinadas tratadas com PEG, não apresentaram período de armazenamento prolongado devido à alta mortalidade ao longo dos meses. Em ambos os estudos a sobrevivência, assim como o desenvolvimento de plântulas normais diminuíram ao longo do tempo. Com base nestes resultados pode-se dizer que o armazenamento de sementes germinadas não prolongou a viabilidade de ipê. Conclui-se que mais estudos precisam ser realizados para que a metodologia possa ser ajustada para esta espécie.

Palavras-chave: plântulas, ipê, PEG, mudas, vermiculita

STORAGE OF *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos GERMINATED SEEDS AND ITS BEHAVIOR IN NURSERY. Botucatu, 2013. 96p.

Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Isliana Griebler Ribeiro Caldas

Adviser: Edson Seizo Mori

Co-adviser: Edvaldo Aparecido Amaral da Silva

SUMMARY

The research aimed to extend the maintenance of viability and longevity of *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos seeds for periods longer than the conventional storage procedures, via seeds. For that, we tested the storage procedure by germinated seeds. The objective of this work was to store germinated seeds of *H. heptaphyllus* (Study 1); and try to extend still more the storage period through the re-induction of primary root tolerance desiccation by polyethylene glycol (PEG) treatment (Study 2). We also aimed to evaluate the development of young plants of germinated seeds. The storage was performed in a cold chamber (10 ° C) into the substrate with three levels of water retention capability (0, 30, and 60%). The germinated seeds were evaluated monthly through nine months under the germination chamber environment, at 25° C with 8 hours light /day (for 30 days), and then, following to the nursery for monitoring their development (greenhouse - 30 days; shade house – 30 days; and sunlight - 45 days). It was possible to store ipê germinated seeds, as well as to restore the desiccation tolerance of those. The results have shown that is possible to store germinated seeds into the 0% of humidity for 7 months, with approximately 50% of survival. Yet the germinated seeds treated with PEG, showed no extended storage period due to the high mortality during the months long. In both studies, the survival and the development of normal seedlings decreased over the time. Based on the results we can conclude that the storage of germinated seeds did not prolong the viability of ipê. More studies are needed to better adapt the methodology to store this species.

Keywords: seedlings, ipê, PEG, vermiculite

1 INTRODUÇÃO

A conservação da biodiversidade ocorre de duas maneiras: *in situ* e *ex situ*. A conservação *in situ* consiste em manter as espécies em seu habitat através de unidades de conservação, como parques nacionais. Já na *ex situ* a conservação da espécie ocorre fora do seu habitat, devendo ser realizada de forma complementar a conservação *in situ*, e pode ser realizada através de jardins botânicos, arboretos, propágulos vegetativos e por meio do armazenamento de sementes (BRASIL, 2000).

O sucesso do armazenamento de sementes depende do conhecimento de seu comportamento fisiológico durante esse período, o que proporciona utilizar as condições mais adequadas para manter a viabilidade das espécies por maior tempo (HONG; ELLIS, 1996). As sementes são classificadas em ortodoxas ou recalcitrantes, dependendo da sua tolerância à secagem e ao armazenamento. As ortodoxas são aquelas que suportam dessecação sem perder a viabilidade, podendo ser armazenadas em baixas temperaturas por longos períodos, enquanto as sementes recalcitrantes são sensíveis à dessecação, não suportando redução do teor de água a baixos níveis, o que dificulta seu armazenamento (ROBERTS, 1973).

Visando prolongar a longevidade das sementes novas alternativas de armazenamento vêm sendo testadas, dentre elas se encontra a utilização de reguladores

vegetais, polietilenoglicol (PEG), indução da tolerância à secagem em sementes germinadas e o armazenamento de sementes pré-germinadas. A espécie *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos, popularmente conhecida como ipê-roxo é muito utilizada na arborização urbana e no paisagismo devido a sua floração ser de grande beleza. Possui madeira de boa qualidade sendo utilizada para confecção de móveis e assoalhos. Além destes usos, também possui importância ecológica sendo utilizada em projetos de recuperação de áreas degradadas. Suas sementes são leves e aladas, produzidas em grande quantidade com dispersão anemocórica (CARVALHO, 2003). São classificadas como ortodoxas, suportando secagem e armazenamento por longos períodos, porém, quando mantidas em temperatura ambiente perdem rapidamente sua viabilidade (MARCHETTI, 1984).

Diante do exposto o objetivo do trabalho foi utilizar *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos como espécie modelo e propor nova metodologia de armazenamento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE ESTUDADA

Handroanthus heptaphyllus (Vell.) Mattos, sinonímia *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo, conhecido popularmente como ipê-roxo, pau-d'arco, ipê preto, entre outros, é uma espécie caducifólia pertencente à família Bignoniaceae com altura de 8 a 20 metros e diâmetro a altura do peito (DAP) de 30 a 60 centímetros, podendo atingir 35 metros de altura e 150 centímetros de DAP (CARVALHO, 2003). Ocorre naturalmente na região sudeste do Brasil e no sul da Bahia, principalmente na floresta pluvial atlântica (LORENZI, 2002), também é encontrado em outros países da América do Sul, como Argentina, Bolívia e Paraguai (GENTRY, 1992).

Quanto ao grupo ecológico foi classificada como secundária tardia (DURIGAN; NOGUEIRA, 1990). A temperatura média nas áreas de ocorrência varia conforme a época do ano, sendo a média anual de 18,7°C a 25,6°C (CARVALHO, 2003). O ipê-roxo apresenta usos múltiplos, sua madeira é uma das mais pesadas dentre as espécies nativas, é resistente a umidade e ataque de insetos sendo indispensável em peças náuticas. Sua madeira é considerada “de lei” tendo múltiplas aplicações em áreas específicas, podendo ser utilizada na construção civil, carpintaria, marcenaria, confecção

de tacos para assoalho, bengalas, entre outros (REITZ *et al.*, 1983). É muito utilizado para fins paisagísticos devido à beleza de sua floração (LORENZI, 2002), também é indicado na recuperação de matas ciliares em locais sem inundação (SALVADOR; OLIVEIRA, 1989). Na medicina popular é muito utilizado devido as suas propriedades medicinais, de sua entrecasca é feito um chá utilizado para tratar gripes e depurar o sangue. Suas folhas são usadas para tratar de úlceras blenorragicas e sifilíticas. Acredita-se também que a espécie possua propriedades anticancerígenas, antirreumáticas e antianêmicas (CARVALHO, 2003).

Espécies do gênero *Handroanthus* possuem sementes aladas produzidas em grande quantidade, com viabilidade natural relativamente curta (CABRAL *et al.*, 2004). Sua dispersão é do tipo anemocórica, ocorrendo no fim da estação seca (agosto) e início da estação chuvosa (setembro) nos Estados de São Paulo e Espírito Santo. O pico de dispersão ocorre na estação seca, porém próximo à época de início das chuvas (setembro), o que favorece a germinação (PIÑA-RODRIGUES; PIRATELLI, 1993).

Devido a importância da espécie e a curta viabilidade natural das sementes do gênero *Handroanthus*, estudos abordando o armazenamento destas são realizados desde a década de 70. Carvalho *et al.* (1976) observaram 80% de germinação em sementes de *Tabebuia chrysotricha* após 150 dias de armazenamento em câmara seca e fria. Kageyama e Márquez (1981) verificaram que sementes de *Tabebuia sp* têm redução no percentual de germinação quando são armazenadas com alto teor de água em ambiente não controlado. Porém, quando têm o teor de água reduzido em 25% apresentam baixo poder germinativo e curta longevidade, com perda total da viabilidade em poucas semanas (Notas sobre semillas forestales citado por MAEDA; MATTHES, 1984). Entretanto, segundo Cunha *et al.* (1992) sementes de *H. heptaphyllus* podem ser armazenadas sob baixas temperaturas. DEGAN *et al.* (2001) observaram que sementes liofilizadas de *Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) armazenadas com 3,7% do teor água inicial tiveram redução do potencial germinativo, após 60 dias de armazenamento em ambiente sem controle de temperatura e umidade relativa do ar, os autores ainda observaram que o mesmo comportamento ocorreu após 120 dias de armazenamento em câmara seca com umidade relativa do ar em torno de 40% e sem controle da temperatura. Em estudo com *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich., Silva *et al.* (2011) verificaram que o armazenamento de sementes em câmara fria proporcionou a manutenção do potencial germinativo durante 12 meses, por outro lado, as sementes armazenadas em ambiente apresentaram redução da

germinação durante este período, com ausência de germinação no nono mês de armazenamento. Os resultados encontrados nestes estudos mostram que sementes do gênero *Handroanthus* possuem comportamento ortodoxo quanto ao armazenamento, tolerando redução de seu nível de água e armazenamento a baixas temperaturas, conforme a classificação de Roberts (1973).

Com base nos estudos apresentados acima, *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos pode ser considerada uma espécie com potencial para ser utilizada como modelo para o desenvolvimento de novas metodologias.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS SEMENTES QUANTO AO ARMAZENAMENTO

A longevidade das sementes é o período pelo qual as mesmas se mantêm viáveis, podendo variar de alguns dias até décadas, sendo esta uma característica determinada geneticamente, variando de espécie para espécie e dentro da própria espécie, mesmo quando armazenadas em condições adequadas. Vários fatores influenciam esta característica, como por exemplo, a qualidade das sementes no momento da colheita, tratamentos realizados entre a colheita e o armazenamento, e as condições deste armazenamento. (KRAMER; KOZLOWSKI, 1972; FAO, 1985; LABBÉ, 2003). Roberts (1973), baseado no comportamento das sementes durante o armazenamento, dividiu-as em dois grupos: ortodoxas e recalcitrantes.

As sementes ortodoxas podem ser desidratadas a baixos graus de umidade (5% de seu teor de água) e armazenadas em temperatura abaixo de zero sem que haja danos fisiológicos (ROBERTS, 1973). Em seu desenvolvimento fisiológico, as sementes passam por uma fase de desidratação durante a maturação, neste período o metabolismo embrionário torna-se inativo ou quiescente (BEWLEY; BLACK, 1994). Outra característica é a possibilidade de formação de banco de sementes no solo, onde os propágulos oriundos da chuva de sementes e da dispersão permanecem no solo até que encontrem condições favoráveis para sua germinação, podendo permanecer assim durante longos períodos (GARWOOD, 1989).

Em relação às sementes recalcitrantes, não suportam redução do teor inicial de água abaixo de 30%, perdendo sua viabilidade quando isto ocorre. Como não podem ser desidratadas não é possível armazená-las em temperaturas abaixo de zero,

pois podem formar cristais de gelo, e em consequência, rompimento celular (ROBERTS, 1973). Esta intolerância a dessecação ocorre durante a fase de maturação da semente, sendo a redução do teor de água quase nula (BEWLEY; BLACK, 1994). As sementes recalcitrantes podem formar banco de plântulas, onde as sementes após serem liberadas da planta-mãe germinam, e as plântulas apenas se desenvolvem sob condições ambientais adequadas (EVERHAM; BROKAW, 1996; DUCHESNEAU; MORIN, 1999).

Posteriormente a classificação de Roberts (1973) surgiu uma terceira categoria proposta por Ellis *et al.* (1990) denominada de intermediárias. Esta categoria abrange aquelas espécies que não se comportam como ortodoxas ou recalcitrantes. As sementes desse grupo podem ser desidratadas a níveis de água relativamente baixos, porém perdem sua longevidade rapidamente podendo ser sensíveis a baixas temperaturas e danos por embebição.

2.3 ARMAZENAMENTO

O armazenamento tem como objetivo principal manter a qualidade inicial da semente mitigando os processos de deterioração (LABBÉ, 2003). Este procedimento deve ter início na fase de maturidade fisiológica, ocasião onde as sementes apresentam qualidade máxima, quanto à germinação, vigor e massa seca (CARNEIRO; AGUIAR, 1993; VILLELA; PERES, 2004). A partir desse momento as sementes apresentam tendência de alterações degenerativas, que provocam a queda de sua qualidade ao longo do tempo, sendo um processo irreversível, porém a intensidade do dano pode ser controlada através de um armazenamento adequado (POPINIGIS, 1985; FOWLER; MARTINS, 2001). Toda e qualquer semente armazenada sofre deterioração, que pode ser mais rápida ou mais lenta, dependendo das características ambientais e intrínsecas das sementes. Geralmente a redução da luminosidade, da temperatura e da umidade, tanto das sementes quanto do ambiente, faz com que o metabolismo das sementes seja reduzido, assim como a atividade dos micro-organismos que as deterioram, aumentando sua longevidade (VIEIRA *et al.*, 2002).

Assim, o armazenamento tem grande importância para a conservação de recursos genéticos através dos bancos de germoplasma, além de exercer a função de regulador de mercado, pois garante a oferta de sementes ao longo do ano (CARNEIRO; AGUIAR, 1993).

Para que o armazenamento seja eficiente é importante que as condições do local permitam que o embrião permaneça em estado de relativa inatividade. As principais condições para o armazenamento são a temperatura e a umidade relativa do ar. Quando estas condições não estão adequadas a umidade presente no ar pode ser o suficiente para dar início as atividades do embrião, desde que haja oxigênio e temperatura suficientes. A intensa respiração das sementes, associada à ação de micro-organismos, aceleram o processo devido ao consumo das substâncias de reserva acumuladas, as quais são necessárias para promover a germinação da semente e o desenvolvimento inicial da plântula (CARNEIRO; AGUIAR, 1993; LABBÉ, 2003).

A temperatura e a umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento influenciam diretamente na velocidade de respiração das sementes. Para a maioria das espécies quanto mais frio e seco o ambiente melhor (CARNEIRO; AGUIAR, 1993; LABBÉ, 2003), porém existem outras formas de armazenamento.

O armazenamento com baixas temperatura e umidade relativa do ar é alcançado através de câmaras frias e desumidificadores, sua temperatura varia de 10 a 20°C (HONG; ELLIS, 2003) com umidade relativa do ar de aproximadamente 45%, sendo essa condição adequada para o armazenamento de sementes ortodoxas (SCHUMACHER *et al.*, 2002). A condição de alta umidade relativa do ar e baixa temperatura é obtida através de refrigeradores ou câmaras frigoríficas, com temperatura entre 7 e 17°C e umidade relativa do ar entre 98 e 99% (HONG; ELLIS, 2003), sendo indicada para o armazenamento de sementes de espécies recalcitrantes, como por exemplo *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (SCHUMACHER *et al.*, 2002).

Há também o armazenamento sob condições ambientais não controladas (umidade relativa do ar e temperatura ambiente), este tipo de armazenamento é mais adequado para sementes de tegumento duro, como o jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). Recomenda-se que esta forma de armazenamento seja realizada por curtos períodos (SCHUMACHER *et al.*, 2002; HONG; ELLIS, 2003).

Outra possibilidade é o armazenamento realizado em temperaturas extremamente baixas, variando de -80°C a -196°C através do uso de nitrogênio líquido, processo denominado de criopreservação. Esta forma de armazenamento é utilizada para a conservação de germoplasma de sementes ortodoxas por longos períodos (HONG; ELLIS, 2003). Estudo realizado por Martins *et al.* (2009) mostrou que sementes de *Tabebuia*

impetiginosa (Mart. ex DC.) Standl., com 4,2% do teor de água inicial armazenadas em nitrogênio líquido, mantinham-se viáveis após 360 dias de criopreservação.

Como já mencionado, durante o armazenamento a viabilidade das sementes pode ser afetada devido a diversos fatores, sendo os principais temperatura e umidade relativa do ar, porém mesmo quando esses fatores estão controlados outros podem prejudicar o armazenamento como, teor de água das sementes; embalagem; secagem; tamanho, densidade e qualidade inicial das sementes (CARNEIRO; AGUIAR, 1993; LABBÉ, 2003).

Em relação ao teor de água das sementes, este está relacionado à umidade relativa do ar e a temperatura ambiente, podendo absorver ou perder água para o ambiente até atingir o equilíbrio higroscópico (CARNEIRO; AGUIAR, 1993). O ponto de equilíbrio higroscópico varia entre as espécies, mesmo quando estão sob mesma umidade relativa do ar e temperatura. Estas diferenças ocorrem principalmente devido a composição química das sementes, sendo que sementes com alto teor de amido ou proteínas apresentam teor de água superior ao das oleaginosas, estando ambas sob as mesmas condições ambientais (POPINIGIS, 1985).

Para que o teor de água das sementes esteja adequado para o armazenamento muitas vezes é necessário secá-las. A secagem passa por dois processos, no primeiro ocorre a transferência da umidade da superfície da semente para o ar que a rodeia, sendo basicamente uma evaporação; e no segundo ocorre o movimento da água do interior da semente para a superfície. Todo líquido apresenta uma pressão de vapor definida que tende a vaporizar, a uma determinada temperatura. A umidade da semente ocorre a uma determinada pressão parcial de vapor, e o ar atmosférico a sua volta apresenta pressão parcial similar. Devido a diferença de tensão parcial de vapor de água entre a superfície da semente e o ar, acontece a evaporação ou, a aquisição de umidade. Assim, quanto mais seco o ar, ou seja, com menor tensão parcial mais rapidamente a umidade da superfície da semente se movimenta em direção ao ar. A secagem somente ocorre enquanto existir este gradiente de tensão parcial de vapor. Conforme o ar torna-se saturado, a secagem diminui até alcançar um nível em que não ocorre mais a transferência de vapor. Neste instante, atinge-se o equilíbrio higroscópico, que é o momento onde ocorre o equilíbrio entre o teor de umidade da semente e a umidade relativa do ar (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; PESKE; VILLELA, 2003).

Para que ocorra o segundo processo de secagem, é necessário um máximo de ar, porém, em determinado momento qualquer aumento do jato de ar, aumenta muito pouco a secagem devido à movimentação da água do interior da semente para a superfície ocorrer muito lentamente. É possível aumentar a evaporação através da redução da umidade relativa do ar, o que ocorre com o aquecimento do ar. Quanto mais quente o ar, maior é quantidade de água que pode reter. Observa-se que, conforme a temperatura é aumentada, a umidade relativa do ar é reduzida e a secagem é mais completa e rápida, no entanto, o aquecimento pode provocar dano às sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; PESKE; VILLELA, 2003).

Outro fator que interfere no armazenamento são as embalagens utilizadas, estas são classificadas em três tipos: permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis à umidade e trocas gasosas (POPINIGIS, 1985; CARNEIRO; AGUIAR, 1993; MEDEIROS; EIRA, 2006). As embalagens permeáveis, como sacos de pano, sacos de papel e papelão e sacos plásticos perfurados, permitem a troca de umidade entre as sementes e o ambiente, porém não as protegem contra insetos. Este tipo de embalagem não pode ser utilizado em locais com alta umidade relativa do ar, pois o teor de água das sementes se elevará acelerando a deterioração, sendo recomendadas para armazenamento em câmara seca, desde que as sementes estejam com teor de água entre 9 e 12% de umidade.

Já as embalagens semipermeáveis limitam a passagem de água, permitindo a troca de vapor, como por exemplo, os sacos plásticos de 100 a 200 micras, papel multifolhado, papel e papelão tratado com alumínio. Esta categoria de embalagens pode ser utilizada em ambientes não muito úmidos e quando o armazenamento não for prolongado, nesta condição de armazenamento as sementes devem possuir teor de água de 2 a 3% inferior ao empregado na condição anterior (9 – 12%) (POPINIGIS, 1985; CARNEIRO; AGUIAR, 1993; MEDEIROS; EIRA, 2006).

As embalagens impermeáveis não permitem a troca de umidade com o ambiente, ou seja, são herméticas. Além de não entrarem em equilíbrio com a umidade relativa do ar do ambiente, as sementes não sofrem variações em seu teor de umidade, o que favorece sua conservação. Este tipo de embalagem pode ser confeccionado em metal, plástico e polietileno de alta densidade e espessura. O teor de água das sementes deve estar entre 4 – 9%, pois o teor de água elevado nessa condição pode acelerar a deterioração (POPINIGIS, 1985; CARNEIRO; AGUIAR, 1993; MEDEIROS; EIRA,

2006). O tamanho e a densidade das sementes também podem interferir no armazenamento. Sendo o primeiro um dos indicadores de qualidade fisiológica, considerando que sementes maiores dentro de um mesmo lote, possuem maior capacidade germinativa e vigor quando comparadas as menores. Esta característica está ligada ao potencial de armazenamento das sementes. Em relação a densidade ou peso específico, em geral, dentro de um mesmo lote de tamanho homogêneo, sementes com densidade menor possuem menor qualidade fisiológica, influenciando seu comportamento durante o armazenamento (CARNEIRO; AGUIAR, 1993).

Outro fator que influencia o armazenamento é a qualidade inicial das sementes. As condições climáticas ocorridas durante a maturação e o grau de maturação no momento da colheita são os fatores que mais prejudicam sua qualidade inicial, podendo alterar a deposição de matéria seca e o teor de água das sementes. Para o acúmulo de matéria seca é necessário que a umidade seja adequada, visto que a falta de chuva durante a formação das sementes reduz a deposição de substâncias nutritivas, originando sementes menos vigorosas e com potencial de armazenamento reduzido. O contrário ocorre para o teor de água, nesta fase se o volume de chuva for muito alto, o teor de água das sementes será mantido elevado provocando uma deterioração mais acelerada, reduzindo o potencial de armazenagem. Quando as sementes são colhidas antes ou depois do ponto de maturidade fisiológica seu potencial de armazenamento é reduzido, pois podem não ter atingido a máxima qualidade fisiológica ou terem iniciado a deterioração, respectivamente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Mesmo tomando todos os cuidados para realizar o armazenamento este procedimento pode não ser bem sucedido devido aos fatores citados acima, por esse motivo se faz necessário o desenvolvimento de novas formas de armazenamento que prolonguem a longevidade das sementes.

O uso de polietilenoglicol (PEG) vem se mostrando uma opção promissora no prolongamento da longevidade de sementes, reduzindo sua sensibilidade à dessecação. O PEG é um polímero de alto peso molecular, não tóxico, inerte e não iônico (STEUTER *et al.*, 1981) utilizado para regular a entrada de água nas sementes durante a fase de absorção no processo de germinação. A entrada de água nas sementes acontece devido ao movimento da água ocorrer de uma região de maior energia livre para outra de menor energia, sendo o potencial hídrico (Ψ) a diferença de energia livre das moléculas de água de um sistema (solo, semente, etc.) e a energia livre das moléculas de água pura, em

pressão e temperatura determinadas. A energia livre da água pura é máxima e foi estabelecida como zero, a temperatura e pressão determinadas. Assim, o Ψ máximo é zero e a energia livre da água no sistema é igual ao da água pura. Porém, geralmente, a energia livre da água no sistema é menor, fazendo com que o Ψ tenha sempre valor negativo (BORGES; RENA, 1993). A semente absorve água do ambiente de germinação devido ao seu potencial ser mais negativo do que o potencial do ambiente. O mecanismo de absorção de água pelas sementes ocorre em três fases (BEWLEY; BLACK, 1994). A fase I, é rápida e ocorre devido a diferença de potencial entre a semente e o ambiente (potencial mátrico), é um processo físico que ocorre também em sementes mortas e nas dormentes não impermeáveis. Nesta fase todas as estruturas das sementes se reidratam, portanto o metabolismo pode ser ativado durante esta primeira fase, poucos minutos após a entrada de água na semente. Na fase II, a absorção de água é quase nula, dando indícios que o potencial da semente fica próximo do potencial do ambiente de germinação. Durante a segunda fase a maioria dos eventos metabólicos se prepara para a emergência da raiz primária.

Quando as sementes apresentam dormência, a duração da fase II pode ser consideravelmente prolongada, assim como sementes submetidas a tratamentos de envigoração por meio de tecnologias de embebição ou *priming*. Nessa fase, as sementes também tendem a se manter tolerantes à desidratação ou à dessecação (BRADFORD, 1995). Segundo Kigel e Galili (1995) sementes dormentes podem sustentar um baixo nível de atividade metabólica e permanecer na fase II por meses ou anos, até atingir a germinação visível. As sementes dormentes, que não possuem impedimento físico para absorção de água, apresentam comportamento semelhante às demais sementes nas fases I e II da germinação.

A fase III, entretanto, é atingida apenas por sementes não dormentes e viáveis (BEWLEY; BLACK, 1994; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000) sendo essa fase caracterizada pelo novo aumento do conteúdo de água na semente, que está relacionado ao início do crescimento do embrião (BORGES; RENA, 1993; BEWLEY; BLACK, 1994). Ao iniciar o crescimento as sementes se tornam intolerantes à desidratação (LEPRINCE *et al.*, 2000). Dessa forma, após a protrusão da radícula a semente está comprometida com a germinação e o desenvolvimento da plântula, tornando-se muito suscetível a condições ambientais desfavoráveis (CASTRO *et al.*, 2004).

Assim, o polietilenoglicol atua nas fases I e II da germinação controlando a entrada de água na semente, permitindo que haja a embebição de forma lenta, porém evitando a protrusão radicular (fase III). Nesse momento as sementes ainda são tolerantes a dessecação, podendo ser secas e armazenadas sem provocar danos ao embrião (CASTRO *et al.*, 2004) .

A utilização do PEG por Andréo *et. al.* (2006) prolongou o tempo de armazenamento de *Inga vera* Willd. de 15 dias (CARVALHO, 1994; BARBEDO; BILIA, 1998) para 90, através da adição de solução de polietilenoglicol 6000 no substrato onde as sementes seriam armazenadas. Outro trabalho realizado por Barbedo *et al.* (1997) mostra que o condicionamento osmótico em sementes de *Cedrela fissilis* Vell. antes do armazenamento, permitiu armazená-las em condições não controladas durante oito meses. O tratamento osmótico das sementes proporcionou germinação superior a 35% após o período de armazenamento, superando os resultados encontrados por Figliolia (1988) ao armazenar sementes *C. fissilis* sem tratamento prévio durante o mesmo período sob condições não controladas. Tais resultados mostram que o PEG pode ser uma alternativa viável para prolongar o armazenamento e ampliar o período de viabilidade das sementes.

Outra forma de armazenamento que poderia prolongar a longevidade das sementes durante esse período é o armazenamento das sementes logo após a protrusão radicular. Segundo Camara (2011) é possível armazenar sementes pré-germinadas de *Inga vera* Willd. em substrato (vermiculita) com 30 e 60% de umidade, pelo período de 12 meses e com 50% de sobrevivência após quatro meses de armazenamento. Este resultado mostra que esta forma de armazenamento pode ser uma alternativa promissora, visto que o período de armazenagem foi superior aos 90 dias obtidos por Andréo *et. al.* (2006). Este tipo de armazenamento é muito recente, não havendo muitas informações na literatura sobre sua utilização para outras espécies.

Outra opção para conservação de sementes seria estender o período de armazenamento das sementes já germinadas, entretanto para que isto ocorra é necessário reduzir a sensibilidade da raiz primária à secagem, o que é realizado através da utilização do PEG.

O polietilenoglicol vem sendo utilizado com sucesso na redução dos danos causados por desidratação. Ao ser aplicado na raiz primária o PEG provoca redução de seu potencial hídrico, semelhante àquele causado por falta de água, levando as membranas a se reorganizarem. Este novo arranjo provoca um ajuste no potencial

osmótico que acaba impedindo a raiz primária de crescer (BUITINK *et al.*, 2003; CARUSO *et al.*, 2008).

Diversos trabalhos mostram que após a protrusão a raiz primária é sensível à secagem, e que é possível induzir a tolerância à dessecação através do uso do polietilenoglicol. Buitink *et al.* (2003), assim como Faria *et al.* (2005), induziram a raiz primária de sementes germinadas de *Medicago truncatula* a tolerarem a secagem. Em outro estudo realizado por Bruggink e Toorn (1995) com pepino (*Cucumis sativus* L.) e *impatiens* (*Impatiens walleriana* Hook), o restabelecimento da tolerância à secagem foi alcançado após a incubação da raiz primária em solução de PEG 8000 a 8°C por sete dias. Leprince *et al.* (2000) realizaram estudo semelhante com pepino, onde além promoverem a tolerância à secagem nas sementes germinadas, observaram que a membrana plasmática da raiz primária permaneceu intacta durante o processo de secagem sem apresentar teor de umidade crítico. Também Vieira *et al.* (2010) induziram a tolerância à dessecação na raiz primária de sementes germinadas de *Tabebuia impetiginosa* Mart., através da exposição das mesmas a solução de polietilenoglicol (PEG 6000) em diferentes concentrações (BUITINK *et al.*, 2006; BOUDET *et al.*, 2006). Relatos de Costa (2011) mostram que também é possível armazenar plântulas de *Sesbania virgata* após restabelecimento da tolerância à dessecação por meio de tratamento com PEG.

Apesar da importância do PEG no restabelecimento a tolerância à secagem de raízes primárias, pouco se conhece sobre sua aplicação em *Handroanthus heptaphyllus*, justificando assim a escassez de informações na literatura.

Diante destas informações a hipótese do trabalho foi de que o armazenamento de sementes germinadas poderia promover longevidade superior à do armazenamento convencional, por meio de sementes, e que o restabelecimento da tolerância à dessecação em raiz primária de sementes germinadas prolongaria ainda mais o período de armazenamento. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi prolongar a manutenção da viabilidade e a longevidade das sementes por períodos superiores ao processo de armazenamento convencional, utilizando *Handroanthus heptaphyllus* como modelo para este estudo.

3 OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GERAL

Prolongar a manutenção da viabilidade e a longevidade das sementes de *Handroanthus heptaphyllus* por períodos superiores ao processo de armazenamento convencional, via sementes.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1 – Testar o processo de armazenamento por meio de sementes germinadas;
- 2 – Induzir a tolerância à dessecação em raiz primária de sementes germinadas de ipê-roxo;
- 3 – Analisar o efeito das técnicas utilizadas no desenvolvimento das mudas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL

As sementes utilizadas foram provenientes de oito matrizes localizadas no Campus da Faculdade de Ciências Agronômicas – FCA/UNESP, no município de Botucatu – SP. Os frutos de *Handroanthus heptaphyllus* foram colhidos durante os meses de outubro a novembro de 2011, quando apresentavam fendas e coloração marrom, indicando maturidade dos frutos (Figura 1).



Figura 1. Frutos de *Handroanthus heptaphyllus* após a colheita

Após a colheita, os frutos foram colocados para secar a sombra até a liberação espontânea das sementes. Posteriormente, foram retiradas aquelas sementes com aspecto de chochas e mortas. As sementes consideradas sadias foram homogeneizadas e caracterizadas mediante teste de germinação e determinação do teor de água.

O teste de germinação foi conduzido em rolos de papel toalha para germinação umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes sua massa seca (Adaptado de BRASIL, 2009), em germinador com temperatura constante de 25°C, temperatura média anual da área de ocorrência natural da espécie (CARVALHO, 2003), e fotoperíodo de 8 horas. Para a realização do teste foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes cada. A avaliação foi realizada semanalmente, em intervalos de sete dias, durante quatro semanas, efetuando-se a contagem de plântulas normais, plântulas anormais e sementes mortas, segundo Brasil (2009).

A determinação do teor de água (TA) foi realizada pelo método da estufa, utilizando-se quatro repetições de 20 sementes, acondicionadas em cápsulas de alumínio de peso conhecido, pesadas, e colocadas em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ por 24 horas. Após terem sido retiradas da estufa e esfriadas dentro do dessecador, as amostras foram pesadas novamente e o teor de água calculado (BRASIL, 2009).

Este trabalho foi dividido em dois estudos, tendo um recebido tratamento com polietilenoglicol (PEG) e o outro não. No primeiro as sementes germinadas foram armazenadas com comprimento médio de raiz primária de 5 cm, sendo este o estudo sem o tratamento com PEG. No estudo 2, foram utilizadas sementes germinadas com raiz primária menor ou igual a 1 cm de comprimento, tratadas com solução de polietilenoglicol (PEG) e armazenadas.

As condições de armazenamento foram iguais para ambos os estudos, sendo que, tanto as sementes germinadas do estudo 1 (sem PEG) como as do estudo 2 (com PEG) foram acondicionadas em caixas de poliestireno (Isopor[®]) contendo substrato umedecido em três diferentes níveis de umidade, equivalente a 0, 30 e 60 % da capacidade de retenção de água do substrato e armazenadas em câmara fria (10°C). Após o armazenamento as sementes germinadas foram levadas para câmara de germinação por um período de 30 dias, seguindo para o viveiro onde permaneceram por 105 dias.

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal (DPMV) e no Viveiro de

Produção de Mudas do Departamento de Ciência Florestal da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), UNESP - Campus de Botucatu.

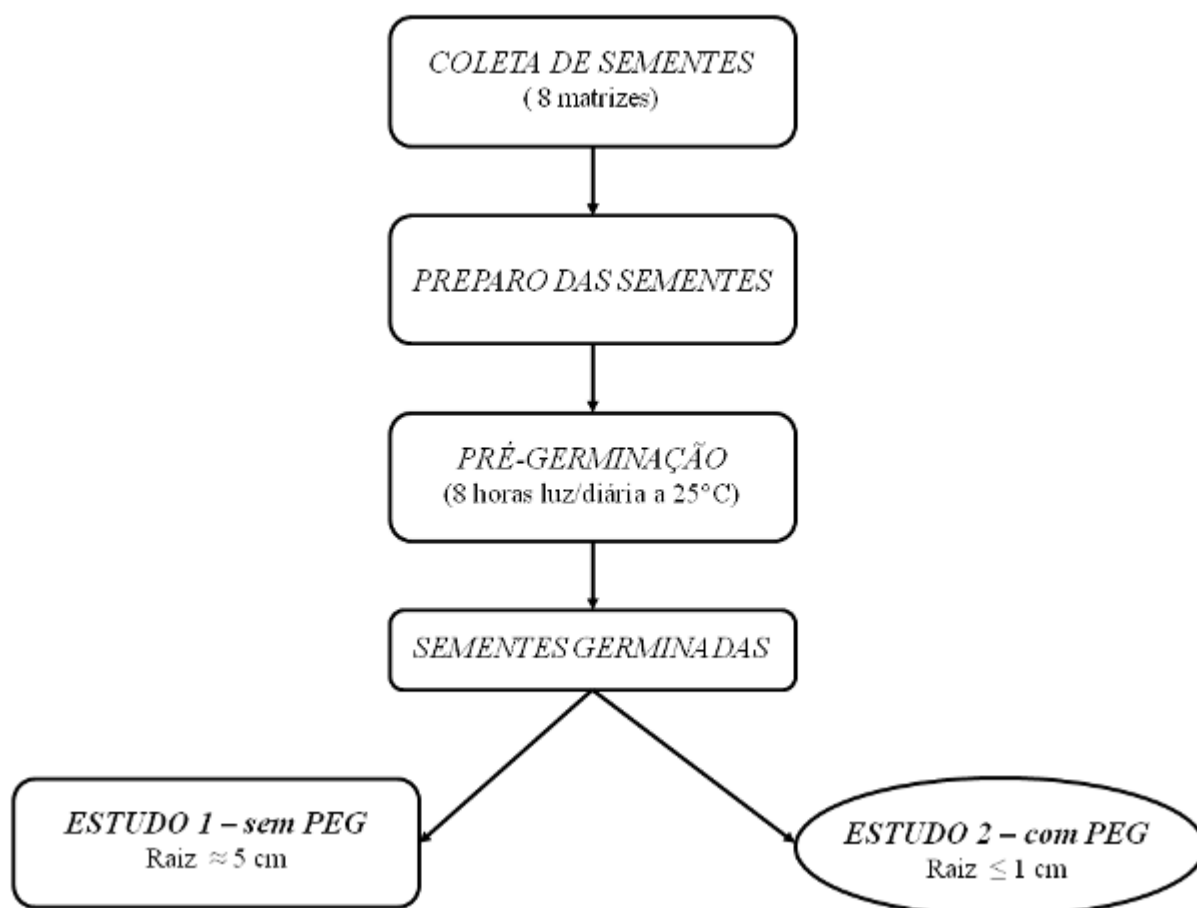


Figura 2. Fase inicial do trabalho

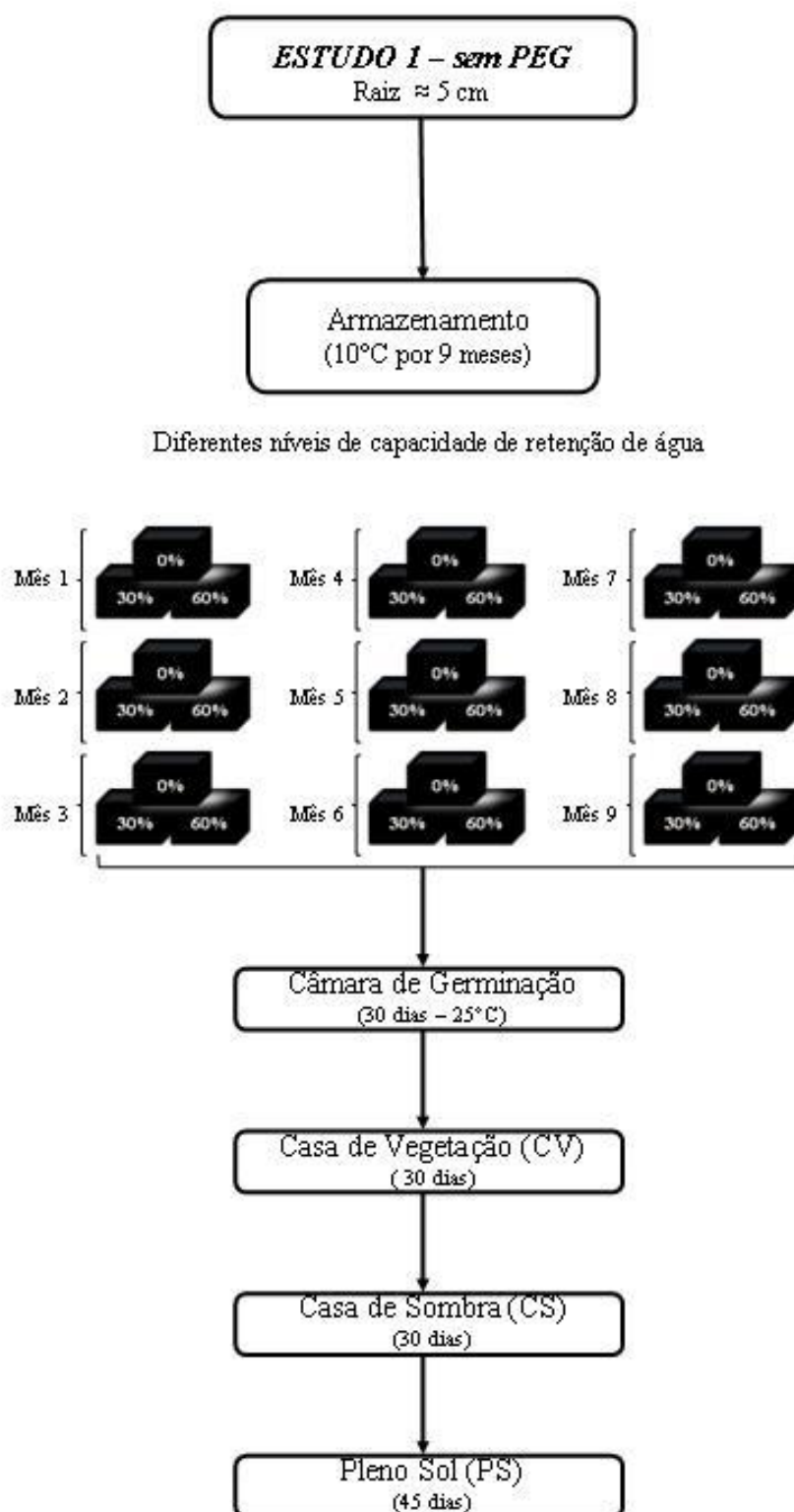


Figura 3. Etapas de armazenamento e fases do viveiro das sementes germinadas (estudo 1)

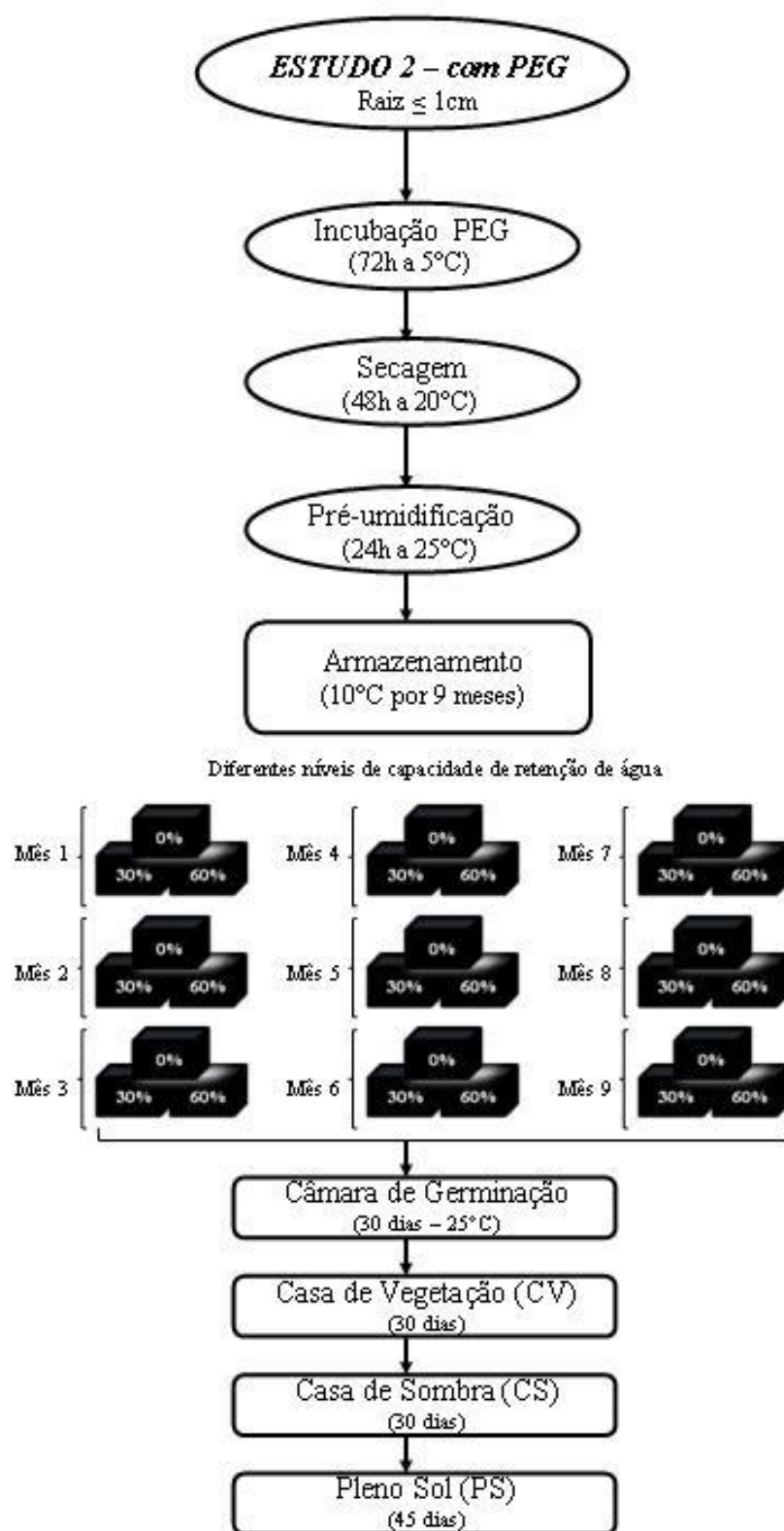


Figura 4. Etapas do tratamento prévio com PEG, armazenamento e fases do viveiro (estudo 2)

4.2 PRÉ-GERMINAÇÃO

Para a instalação dos estudos de armazenamento as sementes foram pré-germinadas, antes de serem armazenadas e/ou tratadas com PEG, nas mesmas condições do teste de germinação em rolo de papel a 25°C com fotoperíodo de 8 horas, como descrito anteriormente (Figura 5).



Figura 5. Pré-germinação em rolo de papel (RP)

4.3 SEMENTES GERMINADAS

As sementes foram separadas para os dois estudos de acordo com o tamanho da raiz primária. Para o armazenamento sem tratamento prévio com PEG (estudo 1) foram utilizadas sementes germinadas com comprimento médio de raiz de 5,3 centímetros, o que ocorreu entre o quinto e sétimo dia na câmara de germinação. Para o estudo 2 (com PEG) as sementes germinadas foram separadas em duas classes de acordo com o comprimento da raiz primária ($\leq 0,5$ cm e $0,5 - 1$ cm), de modo que todos os tratamentos recebessem quantidade proporcional de sementes de cada classe.

4.4 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA DO SUBSTRATO

Os tratamentos, diferentes capacidades de retenção de água do substrato (CRAS), escolhidos para realizar os estudos foram 0, 30 e 60%. Sendo, 0% o tratamento com restrição de água; 30% aquele com pouca disponibilidade de água e 60% o tratamento com disponibilidade de água moderada.

A capacidade de retenção de água do substrato foi determinada da seguinte forma: 500g de vermiculita foram colocados em filtro de papel (tipo coador de café comercial), e em seguida um volume de água conhecido foi adicionado. Após determinar o volume de água drenado, foi possível calcular a quantidade de água necessária para se obter 30% e 60% da capacidade de retenção, através da diferença do volume de água retido na vermiculita (100%) (Adaptado de BRASIL, 2009).

4.5 ESTUDO 1 – ARMAZENAMENTO DE SEMENTES GERMINADAS

4.5.1 ARMAZENAMENTO

Após a pré-germinação 100 sementes foram acondicionadas em caixas de poliestireno (Isopor[®]), com volume de 2 litros nas dimensões de $18 \times 10,8 \times 10$ cm, contendo substrato vermiculita (granulometria média) umedecida com diferentes níveis de água, compondo uma única repetição. Para os ensaios foram testados os níveis de 0, 30 e 60% da capacidade de retenção de água do substrato, sendo estes os tratamentos. As sementes foram dispostas de forma estratificada, ou seja, foram colocadas sobre vermiculita recebendo outra camada do substrato a seguir, de modo a evitar a sobreposição das sementes entre si. Para cada tratamento foram montadas nove caixas contendo 100 sementes germinadas.

Após conter as sementes, as caixas foram vedadas com fita adesiva e saco plástico preto, visando manter a umidade, e em seguida acondicionadas em câmara fria a $10 \pm 3^\circ\text{C}$ com umidade relativa do ar (UR%) de 98%.

A cada mês ao longo de nove meses foi amostrada uma caixa de cada tratamento, sendo cada mês considerado como um lote (Figura 6). Mensalmente, após serem retiradas da câmara fria foi contabilizado, com base no aspecto visual, o número de sementes germinadas vivas (chamadas de sobreviventes) e mortas. Como informação complementar, mensurou-se a parte aérea e raiz das sementes consideradas sobreviventes, tendo sido medida a raiz primária e em sua ausência a raiz de maior comprimento.



Figura 6. Estratificação das sementes nas caixas com posterior vedação e montagem dos lotes

4.5.2 DESENVOLVIMENTO DAS SEMENTES GERMINADAS APÓS O ARMAZENAMENTO

Mensalmente, após saírem da câmara fria os lotes de sementes germinadas passaram por uma fase intermediária, antes de irem para o viveiro de mudas. Nesta fase foram levadas para a câmara de germinação, onde permaneceram durante 30 dias para continuarem seu desenvolvimento.

As sementes germinadas foram acondicionadas em caixas plásticas transparentes ($11 \times 11 \times 4$ cm) contendo vermiculita média umedecida com água destilada na proporção de 1,5 vezes sua massa seca (Figura 7), a seguir foram levadas para a câmara de germinação com temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 8 horas de luz, condição igual a do teste de germinação.

Semanalmente, a partir do sétimo dia após a implantação do ensaio, contabilizou-se o número de plântulas normais (chamadas de sobreviventes). Ao final dos 30 dias de permanência na câmara de germinação foi contabilizado também o número de plântulas anormais e mortas, calculando posteriormente a porcentagem de cada uma. Foram consideradas plântulas normais aquelas que mostravam potencial para tornarem-se plantas saudáveis e apresentavam todas as estruturas essenciais do embrião, ou seja, parte aérea e raiz; e plântulas anormais aquelas que não possuíam alguma das estruturas essenciais ao embrião, ou seja, não mostrando potencial para originarem plantas saudáveis.

Como informação complementar, após a contagem das plântulas normais, estas tiveram comprimento de parte aérea e raiz mensuradas.



Figura 7. Plântulas de ipê na fase de desenvolvimento na câmara de germinação

4.5.3 VIVEIRO DE MUDAS

As plântulas sobreviventes foram levadas ao Viveiro de Produção de Mudanças, onde passaram por três etapas de produção: Casa de Vegetação (30 dias), Casa de Sombra (30 dias) e Pleno Sol (45 dias). As plântulas foram transferidas para tubetes de 120 cm³ contendo substrato comercial inerte (Carolina II), recebendo irrigação diária em todas as fases e adubação três vezes por semana, somente na fase a pleno sol. Após cada etapa as mudas tiveram sua altura mensurada e o número de indivíduos mortos contabilizado.

A irrigação foi diferenciada em cada fase, na casa de vegetação (CV) foi realizada a nebulização, utilizando microaspersores do tipo Fogger, com vazão de 7 L.h⁻¹; na casa de sombra (CS) fez-se uso da microaspersão, com vazão de 105 L.h⁻¹; a pleno sol (PS) utilizou-se a mesma irrigação da CS, com lâmina de água diária de 10 mm.

A adubação foi feita com nitrato de cálcio (15% de N e 20% de Ca), na proporção de 170 mg.L⁻¹ de cálcio e 127, 5 mg.L⁻¹, e adubo para o crescimento contendo 247 mg.L⁻¹ de nitrogênio, 90 mg.L⁻¹ de fósforo, 220 mg.L⁻¹ de potássio, 170 mg.L⁻¹ de cálcio e 53 mg.L⁻¹ de enxofre. Esta adubação foi realizada somente na fase a pleno sol para que o melhor tratamento pudesse ser evidenciado no período de adaptação no viveiro após o transplante das plântulas. Na última avaliação, na fase a pleno sol, além da altura mensurou-se também o diâmetro de colo (D).

4.5.4 MASSA SECA DA PARTE AÉREA E DA RAIZ

No viveiro, após o período de avaliação uma amostra de 10 indivíduos de cada tratamento teve parte aérea (PA) e raiz (R) mensuradas quanto ao comprimento, sendo posteriormente levadas à estufa com circulação de ar a 60°C para secarem e então, determinar sua massa seca.

4.6 ESTUDO 2 – ARMAZENAMENTO DE SEMENTES GERMINADAS TRATADAS COM POLIETILENOGLICOL (PEG)

4.6.1 DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL OSMÓTICO

Para o tratamento com polietilenoglicol 6000 (valor correspondente a sua massa molecular) utilizou-se o potencial de - 1,7 MPa. Este valor foi escolhido com base no trabalho de Vieira *et. al.* (2010), que induziram a tolerância à dessecação na protrusão radicular de sementes germinadas de *Tabebuia impetiginosa* Mart. após tratá-las com solução de PEG. O cálculo para determinação da quantidade de polietilenoglicol foi realizado a partir da equação de Michel e Kaufmann (1973). Este foi preparado para aplicação do tratamento à temperatura de 5°C e na ausência de luz.

4.6.2 TRATAMENTO COM POLIETILENOGLICOL (PEG)

Com base na metodologia utilizada por Vieira *et al.*(2010) as sementes germinadas foram colocadas em solução de polietilenoglicol a - 1,7 MPa, deixando somente a raiz em contato com a solução, não as submergindo completamente. A incubação na solução de PEG ocorreu na ausência de luz e temperatura de 5°C durante 72 horas, período suficiente para provocar um estresse hídrico moderado. Tal estresse provoca perda de água pela raiz sem causar danos celulares a ela, enquanto a temperatura de 5°C evita o crescimento e desenvolvimento da raiz primária (Figura 8). Após o período de incubação as sementes germinadas foram lavadas com água destilada e colocadas sobre papel-toalha para retirar o excesso de água, e serem submetidas à secagem.



Figura 8. Sementes germinadas em solução de PEG

4.6.3 SECAGEM

Na secagem foram utilizadas caixas plásticas transparentes com tampa ($11 \times 11 \times 4$ cm) contendo sílica gel. Com o objetivo de evitar o contato das sementes germinadas com a sílica e promover uma secagem lenta, a sílica foi coberta com folha de papel alumínio onde as sementes foram sobrepostas (Figura 9). As caixas foram fechadas, colocadas em sacos plásticos e levadas para câmara de germinação a 20°C na ausência de luz, onde permaneceram por 48 horas (VIEIRA *et al.*, 2010).



Figura 9. Caixa plástica utilizada para realizar a secagem lenta das sementes germinadas após tratamento com PEG, através do uso da sílica gel

4.6.4 PRÉ-UMIDIFICAÇÃO

Foram utilizadas caixas plásticas transparentes com tampa ($11 \times 11 \times 4$ cm) providas de suporte telado, onde as sementes germinadas foram sobrepostas para evitar o contato com os 40 ml de água destilada contidos no interior da caixa. A seguir as caixas foram fechadas e levadas à câmara de germinação, onde permaneceram por 24 horas sob temperatura igual à utilizada para promover a germinação (VIEIRA *et al.*, 2010), ou seja, a 25°C (Figura 10).



Figura 10. Pré-umidificação das sementes germinadas tratadas com PEG após a secagem lenta

4.6.5 ARMAZENAMENTO

O procedimento de armazenamento empregado foi igual ao do estudo 1, sendo utilizadas para cada tratamento 80 sementes germinadas.

As fases seguintes (Desenvolvimento das sementes germinadas após o período de armazenamento e Viveiro de mudas) ocorreram nas mesmas condições do estudo 1.

4.6.6 MASSA SECA DA PARTE AÉREA E DA RAIZ

A determinação de massa seca foi realizada da mesma forma que o estudo 1, porém utilizando uma amostra de 5 indivíduos.

4.7 ANÁLISE DOS DADOS

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 3 x 9 (3 capacidades de retenção de água do substrato x 9 meses de armazenamento para o estudo 1 e o estudo 2). Foram utilizadas 100 e 80 sementes germinadas, respectivamente, para os estudos 1 e 2. O armazenamento foi composto de uma única repetição, ou seja, as 100 ou 80 sementes de cada tratamento dos estudos 1 e 2, respectivamente, foram colocadas juntas no mesmo recipiente durante este período. Para as demais fases, desenvolvimento na câmara de germinação e viveiro, as sementes germinadas/plântulas foram divididas em 4 repetições de 25 para o estudo 1, e 4 repetições de 20 indivíduos para o estudo 2.

Os dados foram analisados quanto ao número de indivíduos sobreviventes durante todas as fases do trabalho (fase de armazenamento, desenvolvimento na câmara de germinação e viveiro, sendo as etapas: casa de vegetação, casa de sombra e pleno sol). Na fase de desenvolvimento na câmara de germinação foram consideradas sobreviventes somente as plântulas normais que seguiram para o viveiro. Ainda nessa fase, juntamente com a contagem de plântulas normais (sobreviventes), plântulas anormais e mortas calculou-se a porcentagem de cada um desses parâmetros.

Foram testados vários modelos de regressão para os dados, porém nenhum deles se ajustou. Assim, os dados foram submetidos à análise de variância e teste Tukey a nível de 5% de significância. Para a análise estatística utilizou-se o software Sisvar 5.1 (FERREIRA, 2008).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da caracterização inicial das sementes, realizada mediante teste de germinação e determinação do teor de água inicial, mostraram que as sementes apresentavam germinação inicial de 80% e teor de água de 8%, denotando que as sementes possuíam boa qualidade inicial no momento em que o trabalho foi iniciado.

5.1 ESTUDO 1 – ARMAZENAMENTO DE SEMENTES GERMINADAS

A Figura 11 mostra o número de indivíduos sobreviventes ao período de armazenamento na câmara fria.

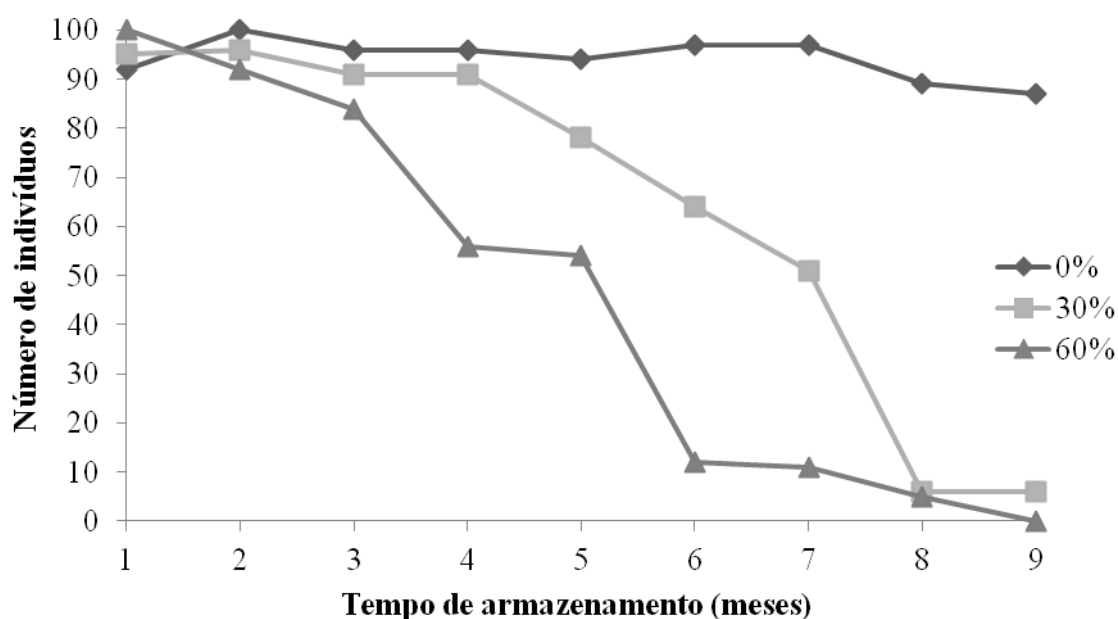


Figura 11. Sementes germinadas. Indivíduos sobreviventes durante o armazenamento

Os dados de armazenamento apresentados no APÊNDICE 1 mostraram a tendência de redução no número de indivíduos sobreviventes conforme o tempo de permanência na câmara fria aumentava, principalmente para o tratamento 60% que ao final dos nove meses de armazenamento não possuía indivíduos sobreviventes. Os tratamentos diferiram estatisticamente entre si a partir do sexto mês de armazenamento, para os demais meses não houve diferença estatística. As médias gerais para os tratamentos 0, 30 e 60% foram 94, 65 e 46 indivíduos respectivamente, sendo o 0% superior aos demais. O coeficiente de variação (46%) mostra que o número de indivíduos durante o armazenamento variou entre os tratamentos.

As sementes apresentaram comportamento semelhante nos tratamentos 30 e 60%, com queda da sobrevivência ao longo do armazenamento (Figura 11) (APÊNDICE 1). O comportamento do tratamento 0% diferiu dos demais apresentando leve redução na sobrevivência, permanecendo com 87 indivíduos ao final dos nove meses de armazenamento.

Para a variável plântulas normais houve diferença significativa entre os tratamentos a partir do segundo mês de armazenamento. O coeficiente de variação

(32%) mostra que os dados não apresentaram grande variação. A média geral de cada tratamento foi de 52 indivíduos para 0%, 27 para 30% e 14 para 60%, sendo o tratamento 0% melhor que os demais.

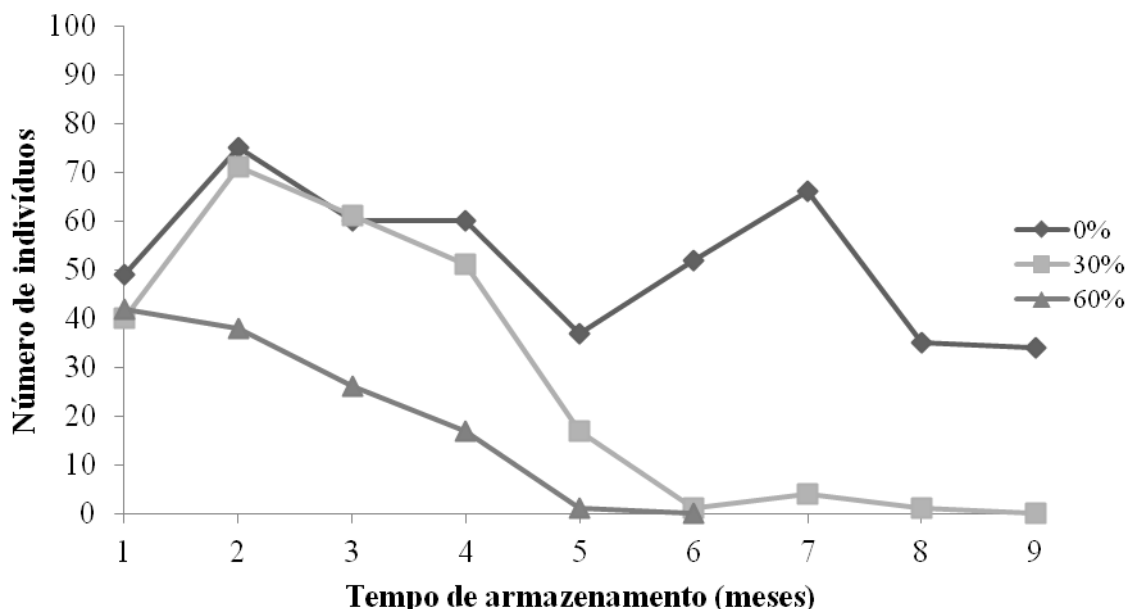


Figura 12. Sementes germinadas. Plântulas normais após período no germinador

A Figura 12 mostra uma tendência de redução dos indivíduos normais ao longo do armazenamento. A partir do quarto mês é possível notar visível redução dos indivíduos normais e da porcentagem de plântulas normais, que chegou a 1% no quinto mês para o tratamento 60% (APÊNDICE 1). Resultados similares em estudos de armazenamento de sementes realizados por Borba Filho e Perez (2009), mostraram queda na germinação de sementes de *Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) e *Tabebuia impetiginosa* Mart. após quatro meses de armazenamento das sementes em condições de geladeira (4 a 6°C) e câmara refrigerada (14 a 20°C), evidenciando sua curta longevidade. Os resultados do presente trabalho concordam com os encontrados pelos autores citados acima, porém contrariaram as expectativas de que a redução do número de indivíduos ocorre somente ao final do armazenamento de forma gradual e não drasticamente como foi observado.

O tratamento 0% apresentou maior porcentagem de plântulas normais durante o período de armazenamento, mostrando que a condição de armazenamento que propicia maior tempo de armazenagem é o substrato com 0% de capacidade de retenção de água, tal fato evidencia o comportamento ortodoxo das

sementes de ipê, ou seja, sua tolerância à dessecação. Estes resultados contrastam com os encontrados por Camara (2011), o qual verificou que sementes pré-germinadas de *Inga vera* Willd. armazenadas em substrato com 0, 30 e 60% da capacidade de retenção de água têm sua viabilidade prolongada ao serem mantidas em substrato com 30 e 60% da capacidade de retenção de água. Esta divergência provavelmente ocorreu devido às sementes de ingá serem recalcitrantes e necessitarem de maior umidade para manterem-se viáveis. A partir do sexto mês não houve plântulas normais no tratamento 60%, o que ocorreu no nono mês para 30%. Contrariamente aos demais tratamentos, 0% apresentou plântulas normais até o último mês de armazenamento.

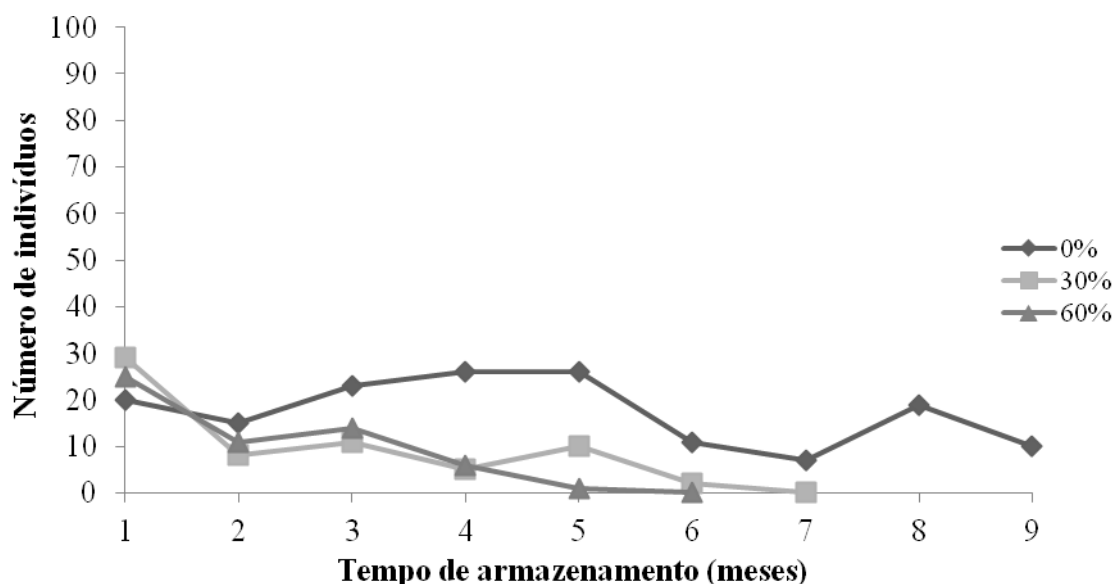


Figura 13. Sementes germinadas. Plântulas anormais após período no germinador

Kageyama e Márquez (1981) ao armazenarem sementes do gênero *Tabebuia* sp com baixo teor de água (cerca de 8%), verificaram que nessas condições a germinação foi superior a 50% após 6 meses de armazenamento. Observou-se também que aquelas sementes armazenadas com teor de água mais elevado (12-14%) apresentaram menor germinação. Estes resultados se assemelham aos encontrados no armazenamento das sementes germinadas, ao comparar as sementes com baixo teor de água às sementes do tratamento 0%, que apresentavam aspecto seco, e as sementes com teor de água de 12-14% com as sementes germinadas armazenadas em substrato contendo 30 e 60% da capacidade de retenção de água, mostrando que a redução do teor de água prolonga o período de

armazenamento, seja essa redução no teor de água das sementes ou no substrato onde são armazenadas.

As oscilações no número de plântulas anormais mostram uma tendência de redução ao longo do tempo (Figura 13). A média geral dos tratamentos ao longo dos nove meses de armazenamento mostra que houve diferença estatística entre eles, porém este fato não ocorreu em todos os meses de avaliação. A média geral dos tratamentos foi 17, 7 e 6 indivíduos respectivamente para 0, 30 e 60%. Esta variação dos dados é apresentada no coeficiente de variação que se mostrou elevado, sendo 69% para o número de indivíduos anormais e 85% para a porcentagem de plântulas anormais. Apesar de mostrar ser o melhor tratamento, 0% foi aquele que apresentou maior número de plântulas anormais (Figura 14). A ausência de água durante o armazenamento das sementes germinadas pode ter comprometido o desenvolvimento da parte aérea e raiz. Possivelmente as sementes perderam água para o ambiente, devido à diferença de potencial, o que deve ter causado algum dano celular em suas estruturas, acarretando em um desenvolvimento anormal. Provavelmente, apenas as sementes mais vigorosas conseguiram passar por esta condição e gerar indivíduos normais.



Figura 14. Sementes germinadas. Plântulas anormais. (a) Mês 7 – 0%; (b) Mês 5 – 30%

De modo geral, a partir do quarto mês pode-se observar aumento significativo no número de indivíduos mortos em todos os tratamentos (Figura 15), mostrando que ao longo do armazenamento as sementes germinadas iniciaram o processo de deterioração, o que possivelmente afetou seu vigor prejudicando sua capacidade de produzir plântulas saudáveis. O coeficiente de variação elevado (96%) mostra que os tratamentos oscilaram ao longo do armazenamento. Não houve diferença estatística entre

os tratamentos ($p=0,1109$), sendo a média geral de cada tratamento 25, 30 e 26 para 0, 30 e 60% respectivamente (APÊNDICE 1).

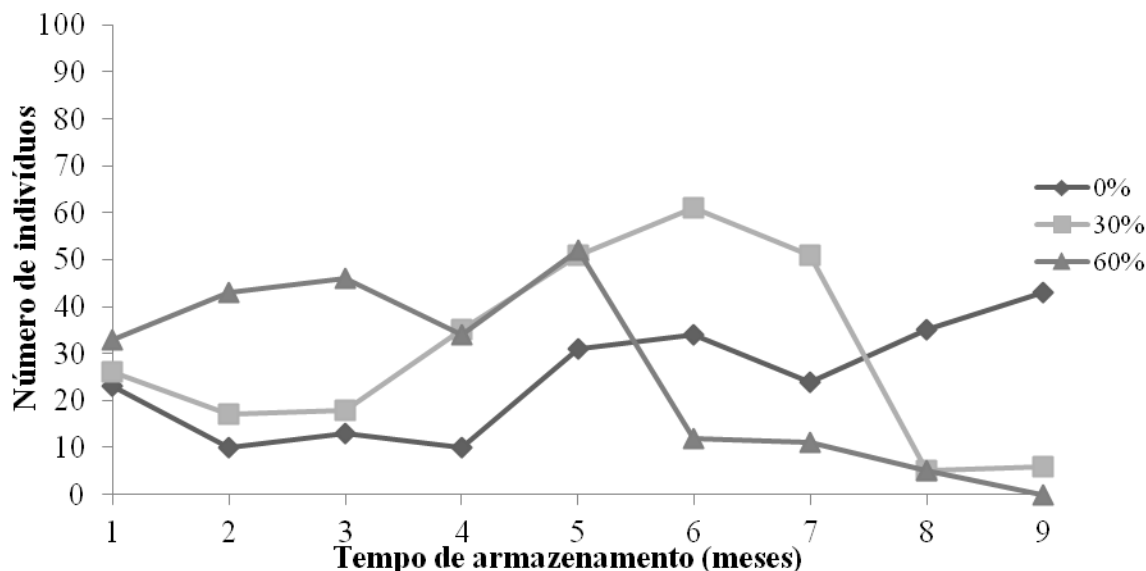


Figura 15. Sementes germinadas. Plântulas mortas após período no germinador

Após saírem do germinador as plântulas foram levadas para a casa de vegetação (CV) no viveiro para dar início à produção de mudas. O período na CV mostrou-se o mais crítico dentre os demais do viveiro, com maior redução no número de indivíduos sobreviventes (Figura 16). Possivelmente as plântulas de ipê-roxo são sensíveis ao transplante, o que explicaria a mortalidade nesta fase. Outra hipótese seria que as plântulas sofreram com a mudança de temperatura e regime hídrico, o que também afetaria seu desenvolvimento no viveiro.

A partir do sexto mês na casa de vegetação não houve sobrevivência no tratamento 60%, ocorrendo o mesmo com 30% no nono mês, apresentando somente um indivíduo no mês anterior. Os tratamentos não diferiram estaticamente entre si ($p=0,1143$) e o coeficiente de variação foi elevado (91%), mostrando que a variação entre os dados foi alta. As médias gerais foram 31, 18 e 13 indivíduos para 0, 30 e 60% respectivamente, sendo 0% o melhor tratamento.

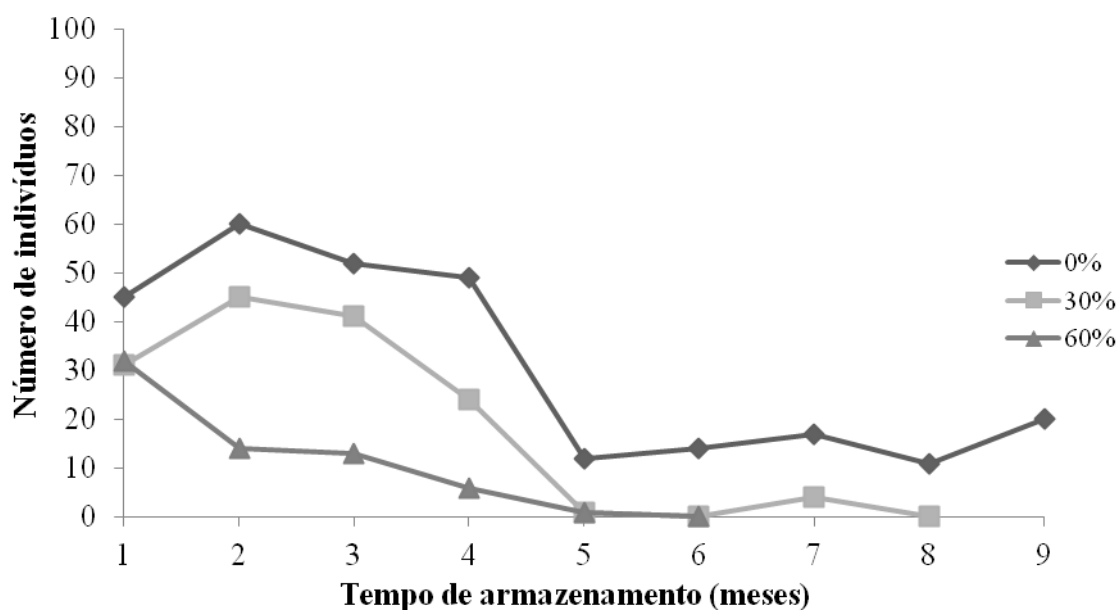


Figura 16. Sementes germinadas. Indivíduos sobreviventes após período na Casa de Vegetação – CV

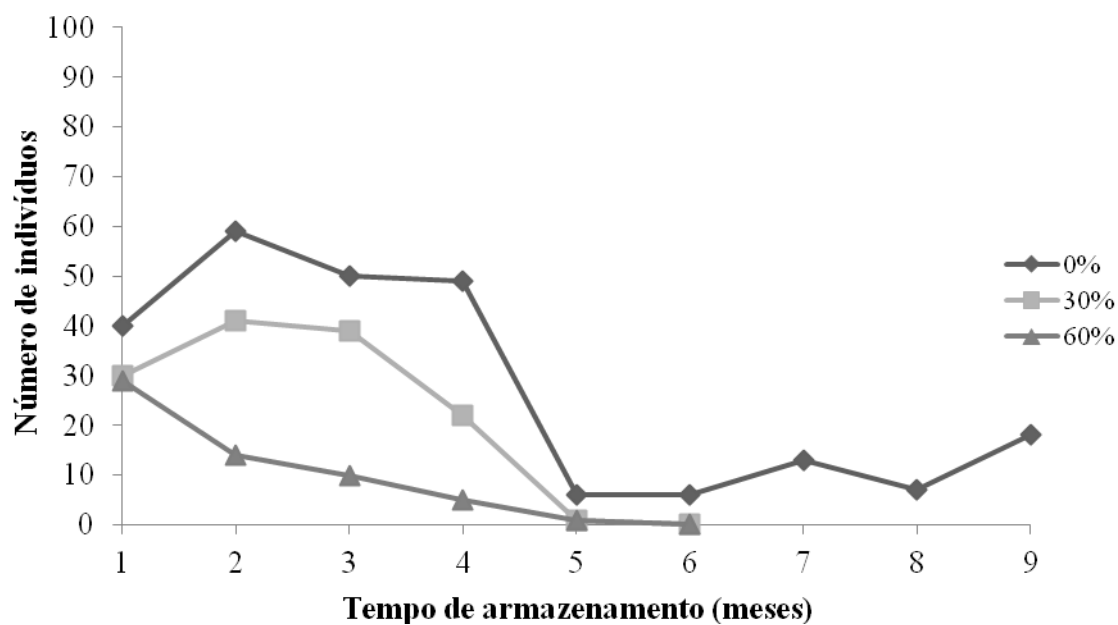


Figura 17. Sementes germinadas. Indivíduos sobreviventes após período na Casa de Sombra – CS

Durante a transição da casa de vegetação para a casa de sombra (CS) a sobrevivência foi maior (Figura 17), com poucos indivíduos mortos. Os tratamentos apresentaram comportamento semelhante com tendência de redução ao longo dos meses. Os tratamentos diferiram entre si ($p=0,0505$), porém o coeficiente de variação foi elevado (86%) indicando grande variabilidade entre os dados. A média geral nesta fase foi de 28, 27 e 12 indivíduos para 0, 30 e 60%.

Para a fase a pleno sol (PS) ocorreu comportamento semelhante, com perda de poucos indivíduos (Figura 18). Os dados apresentaram tendência de queda na sobrevivência com o passar do tempo. A média geral nesta fase foi de 27, 26 e 11 indivíduos para 0, 30 e 60% sendo os tratamentos estatisticamente diferentes entre si ($p=0,0039$). O coeficiente de variação de 41% mostra que os dados variaram menos que as demais fases do viveiro.

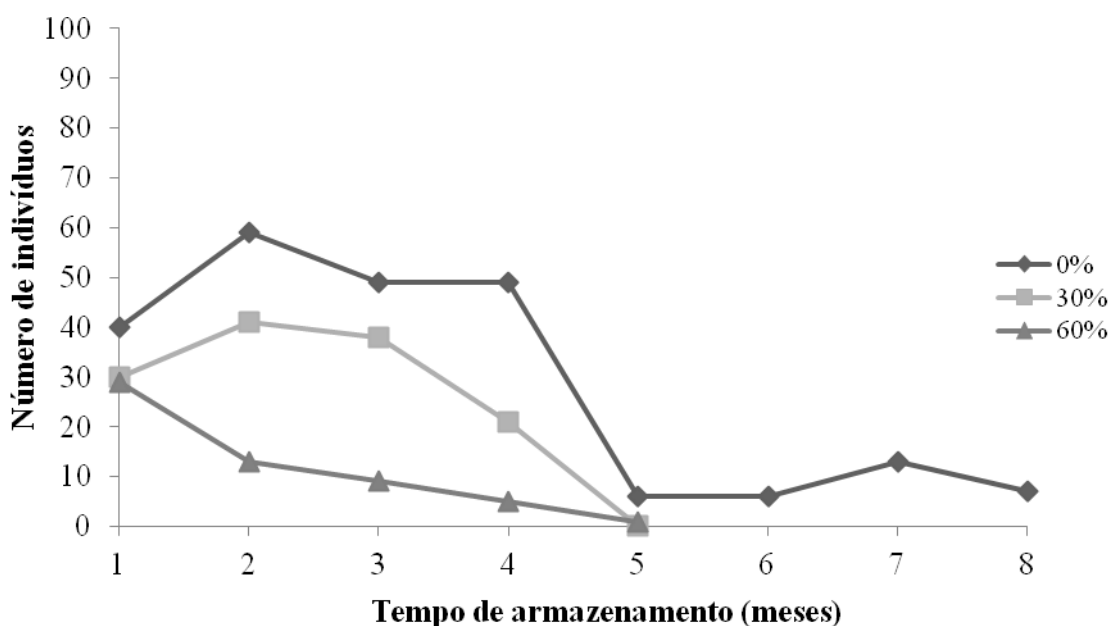


Figura 18. Sementes germinadas. Indivíduos sobreviventes após o período a Pleno Sol - PS

As sementes germinadas continuaram a se desenvolver durante o período na câmara fria mesmo estando sob baixa temperatura (APÊNDICE 2), resultado também obtido por Camara (2011). O autor observou crescimento em sementes pré-germinadas de *Inga vera* durante o armazenamento. Este comportamento indica que durante este período as sementes germinadas utilizam suas reservas para continuarem seu desenvolvimento, mesmo em condições de baixa temperatura e restrição de água.

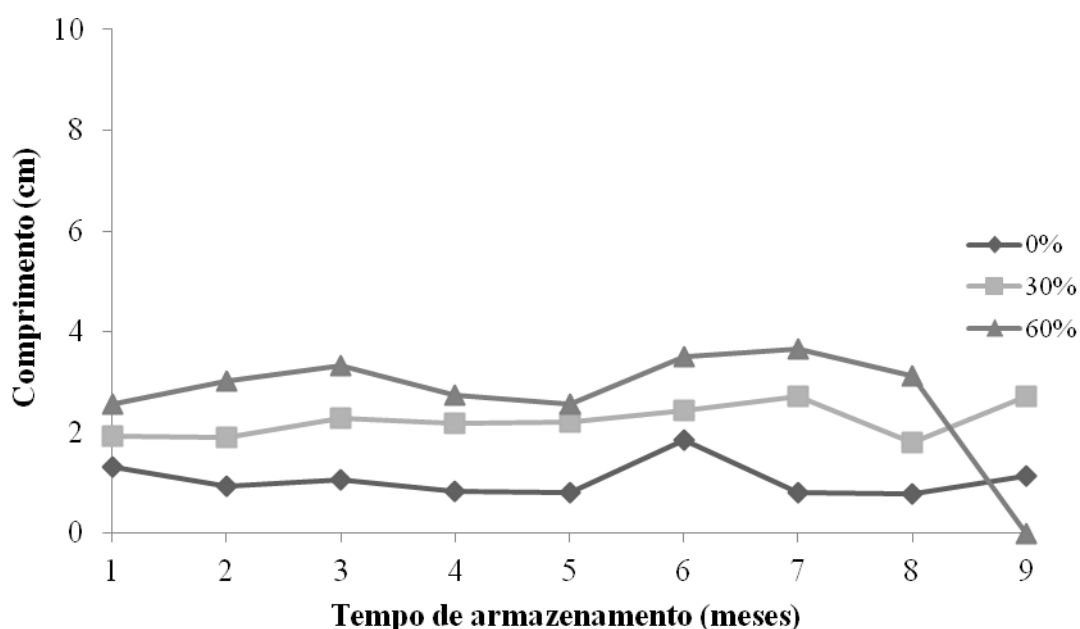


Figura 19. Sementes germinadas. Comprimento médio da parte aérea após armazenamento

Analisando o crescimento da parte aérea observa-se que houve oscilações ao longo do armazenamento (Figura 19), com um pico no sexto mês para 0 e 60%, porém este aumento não pode ser considerado como melhor desempenho das sementes germinadas do tratamento 60%, pois a sobrevivência foi muito baixa o que provocou o aumento da média. Para 0% esta explicação não se aplica, pois a sobrevivência deste tratamento permaneceu alta no decorrer de todo o armazenamento, possivelmente as sementes deste tratamento possuíam maior qualidade inicial que as demais, o que pode ter ocorrido devido à variabilidade genética entre as matrizes coletadas.

A raiz comportou-se da mesma forma que a parte aérea desenvolvendo-se durante o armazenamento, porém seu crescimento foi superior ao dela (Figura 20). As sementes com maior disponibilidade de água cresceram mais (30 e 60%), tanto parte aérea quanto raiz (APÊNDICE 2).

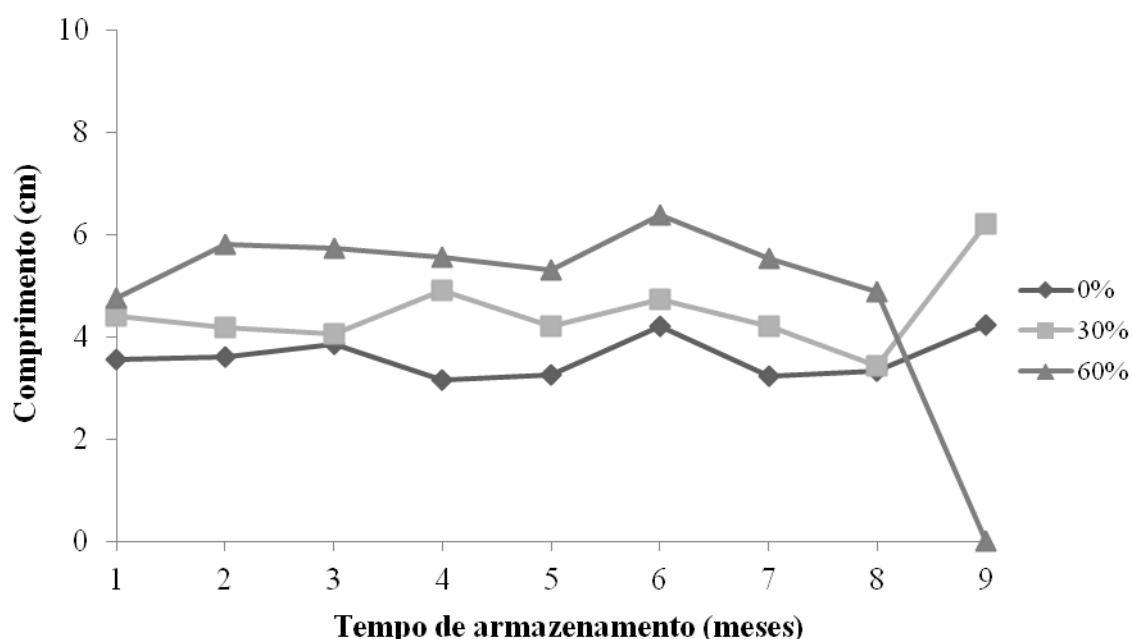


Figura 20. Sementes germinadas. Comprimento médio radicular após armazenamento

Isto indica que maior disponibilidade de água no substrato proporciona maior desenvolvimento, mesmo sob baixa temperatura. Os indivíduos dos tratamentos com maior teor de umidade apresentavam aspecto mais tenro do que aqueles que estavam em ambiente com restrição de água, que aparentavam estar mais secos que os demais (Figura 21).



Figura 21. Sementes germinadas. Sementes germinadas de *H. heptaphyllus* após cinco meses de armazenamento. (a) 0%; (b) 30%, (c) 60%

Quanto ao comprimento radicular e aéreo após o desenvolvimento no germinador é possível dizer que as sementes germinadas cresceram durante esse período (APÊNDICE 2).

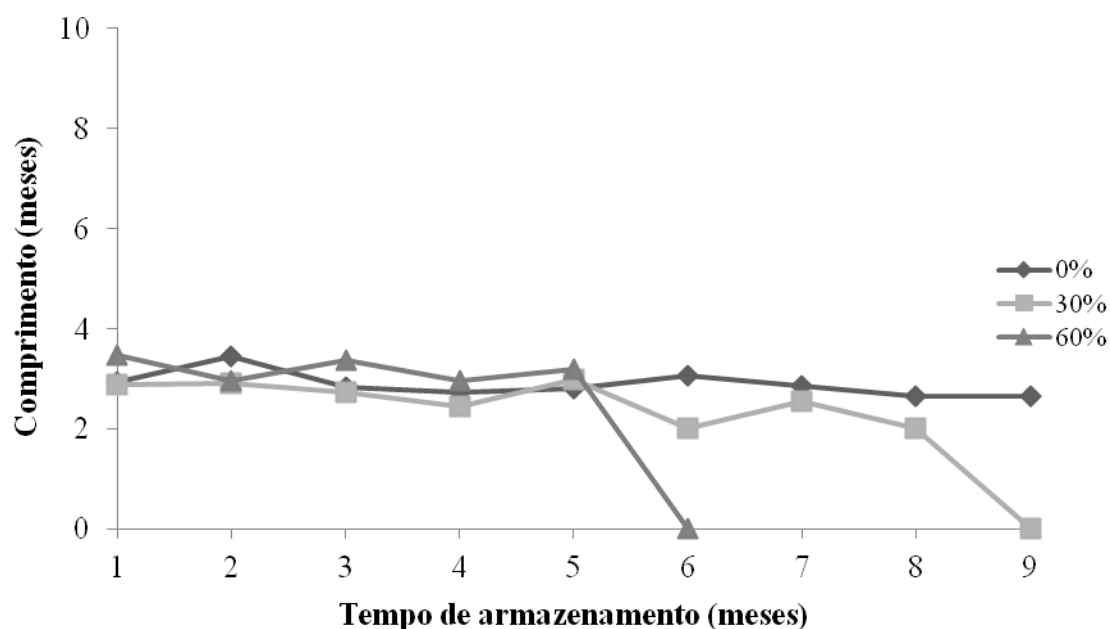


Figura 22. Sementes germinadas. Comprimento médio aéreo após período no germinador

Não houve padrão de crescimento para a parte aérea, que apresentou variação ao longo dos meses. Porém, de modo geral os dados apresentaram uma tendência de decréscimo do crescimento no decorrer do armazenamento, indicando que possivelmente houve redução do vigor durante este período (Figura 22). O mesmo comportamento foi encontrado por Martins *et al.* (2012) armazenando sementes de *Tabebuia heptaphylla* em câmara a 10°C, resultado este que concorda com os encontrados por Souza *et al.* (2005) em trabalho semelhante com sementes de *Tabebuia serratifolia* armazenadas em geladeira (7°C).

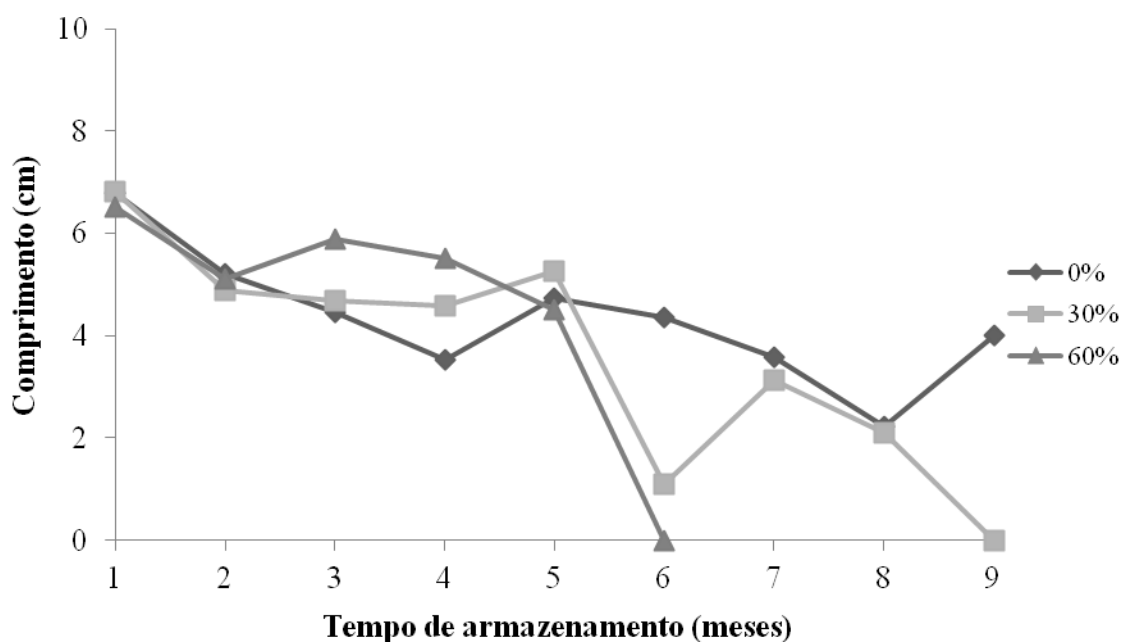


Figura 23. Sementes germinadas. Comprimento médio radicular após período no germinador

O crescimento radicular foi superior ao aéreo, havendo picos durante o período de armazenamento. Estes picos possivelmente ocorreram devido à diferença do vigor das sementes, aquelas mais vigorosas apresentaram maior crescimento que as demais provocando dessa forma os picos de crescimento durante o armazenamento. Os dados encontrados mostraram uma tendência de redução do crescimento ao longo dos

meses (Figura 23), este comportamento também foi observado por Souza *et al.*(2005) ainda no mesmo trabalho com *Tabebuia serratifolia*.

Para promover o crescimento durante o armazenamento, as sementes utilizaram suas reservas energéticas destinadas à promoção do crescimento e desenvolvimento das sementes em plântulas. Este fato, possivelmente, contribuiu para a redução da sobrevivência na câmara de germinação.

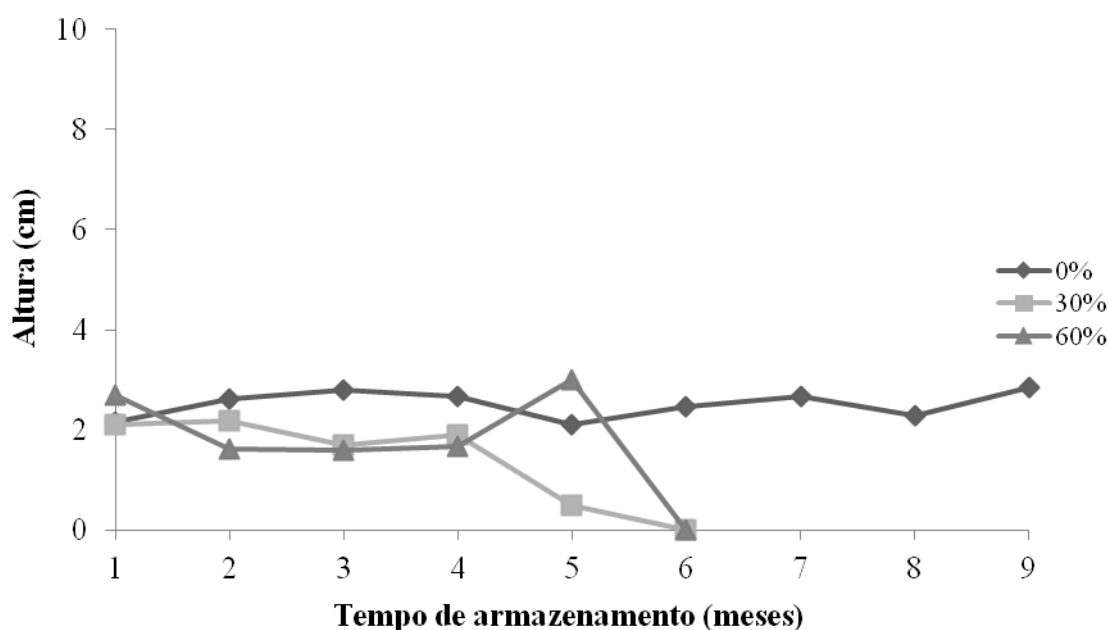


Figura 24. Sementes germinadas. Altura média das mudas após período na Casa de Vegetação - CV

Durante o período na casa de vegetação houve redução da altura média das plântulas (Figura 24). Esta fase de adaptação mostrou-se crítica, pois muitos indivíduos morreram neste período, resultando no decréscimo da média da altura. Outro fator que pode ter afetado este parâmetro é a variação de temperatura, provocando um estresse nas mudas (Figura 25).

Ainda na etapa da casa de vegetação os tratamentos 30% e 60% do primeiro mês de armazenamento sofreram ataque de pulgões. Para controlar a praga foi realizada uma aplicação do produto Keshet 25 EC (composição química: deltametrina 25g.L^{-1}) na concentração de 1 mL.L^{-1} . Este ataque pode ter prejudicado o desenvolvimento das plântulas nessa fase.



Figura 25. Sementes germinadas. Mudanças após 30 dias na CV. Mês 2: (a) 0%; (b) 30%, (c) 60%

Após esta fase de adaptação no viveiro (CV) as mudas se estabeleceram, ganhando altura na casa de sombra (Figura 26). O tratamento 30% demonstrou uma tendência de redução da altura ao longo do armazenamento, indicando que as plântulas provenientes das sementes armazenadas por maiores períodos eram menos vigorosas que as primeiras. Os demais tratamentos não apresentaram um padrão de crescimento, porém a tendência foi de decréscimo na altura no decorrer do armazenamento (Figura 27).



Figura 26. Sementes germinadas. Mudanças após 30 dias na Casa de Sombra - CS. Mês 2: (a) 0%; (b) 30%, (c) 60%

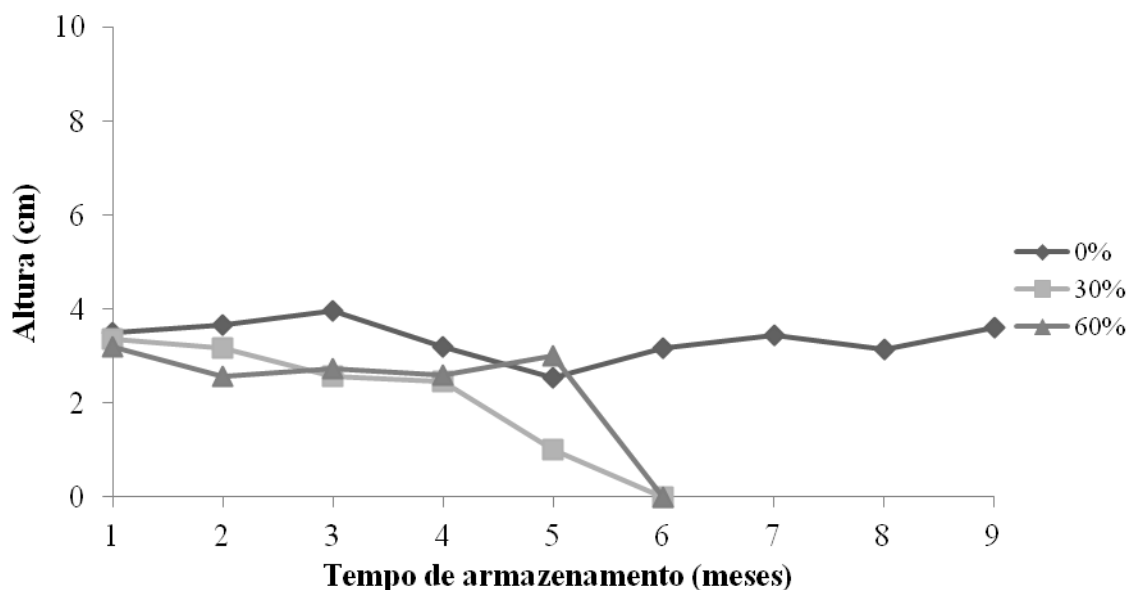


Figura 27. Sementes germinadas. Altura média das mudas após período na CS

Na última fase no viveiro as mudas continuaram a se desenvolver ganhando altura (Figura 28). Os tratamentos 30 e 60% apresentaram tendência de redução do crescimento ao longo do tempo, enquanto 0% apresentou alguns picos nesse mesmo período, contudo, seu crescimento tendeu a diminuir também. A variável diâmetro comportou-se da mesma forma, como pode ser observado na Figura 29. Esta variável é muito importante na avaliação do potencial da muda em sobreviver no campo (CAMPOS; UCHIDA, 2002), plantas com maior diâmetro têm maiores chances de sobreviver, pois possuem maior capacidade de desenvolver novas raízes (CARNEIRO, 1983). O diâmetro variou de 1 a 2,7 mm após 105 dias no viveiro, contrastando com os valores encontrados por Siebeneichler *et al.* (2008), 4 – 6 mm, em trabalho com mudas de *Tabebuia heptaphylla* em diferentes luminosidades, após 103 dias da semeadura no viveiro. Baseando-se nesta variável, possivelmente, as chances de sobrevivência em campo das mudas do presente trabalho seriam pequenas.

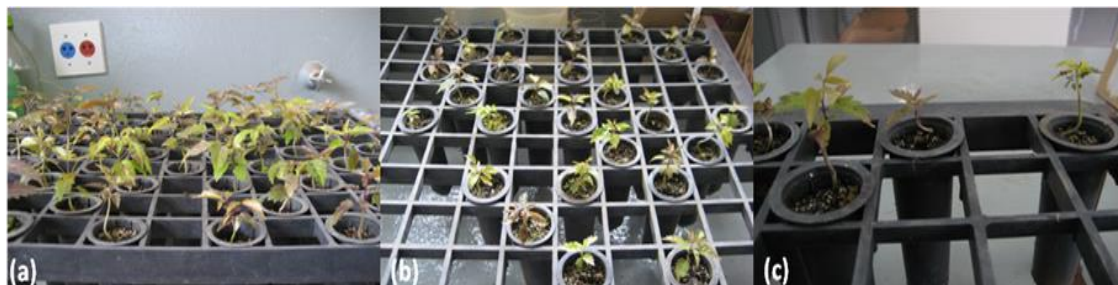


Figura 28. Sementes germinadas. Mudas após 45 dias a Pleno Sol - PS. Mês 3: (a) 0%; (b) 30%, (c) 60%

Ainda Siebeneichler *et al.* (2008), observaram que o crescimento das mudas variou de 15 a 20 cm de altura. Também Almeida *et al.* (2005) observaram crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* em diferentes níveis de luminosidade após 90 dias no viveiro, com alturas variando de 10 a 17 cm. Observa-se que o desenvolvimento das mudas do presente trabalho foi inferior ao demais, este fato pode ter ocorrido devido a ausência de adubação desde a fase inicial no viveiro. Por ter sido realizada somente na fase a pleno sol possivelmente a adubação não foi suficiente. Outro fator que pode ter alterado o desenvolvimento das mudas é a temperatura, observa-se na Figura 30 que houve grande variação desta durante o período em que as mudas estavam expostas ao sol, no mês cuja temperatura mínima foi mais baixa (julho) nota-se que foi o período de menor crescimento em altura, enfatizando que este fator pode ter prejudicado o desenvolvimento das mudas.

A partir da amostragem de mudas para a determinação da massa seca foi possível observar que ocorreu pouco desenvolvimento não só aéreo como radicular (Figura 31), provavelmente este fato foi provocado pela falta de adubação desde a fase inicial do viveiro, a ausência de nutrientes no substrato logo após o transplante não possibilitou que as mudas se desenvolvessem normalmente. As plântulas cresceram utilizando o restante de reserva energética disponível em suas sementes, sabe-se que sementes do gênero *Handroanthus* possuem pequena quantidade de substâncias de reserva (KAGEYAMA; MARQUEZ, 1981 *apud* DEGAN *et al.* 2001). Dessa forma, pode-se inferir que a quantia de reserva presente nas sementes foi insuficiente para promover a

germinação e o posterior desenvolvimento das plântulas em mudas. Assim, a adubação se faz necessária para promover o crescimento adequado das raízes e parte aérea.

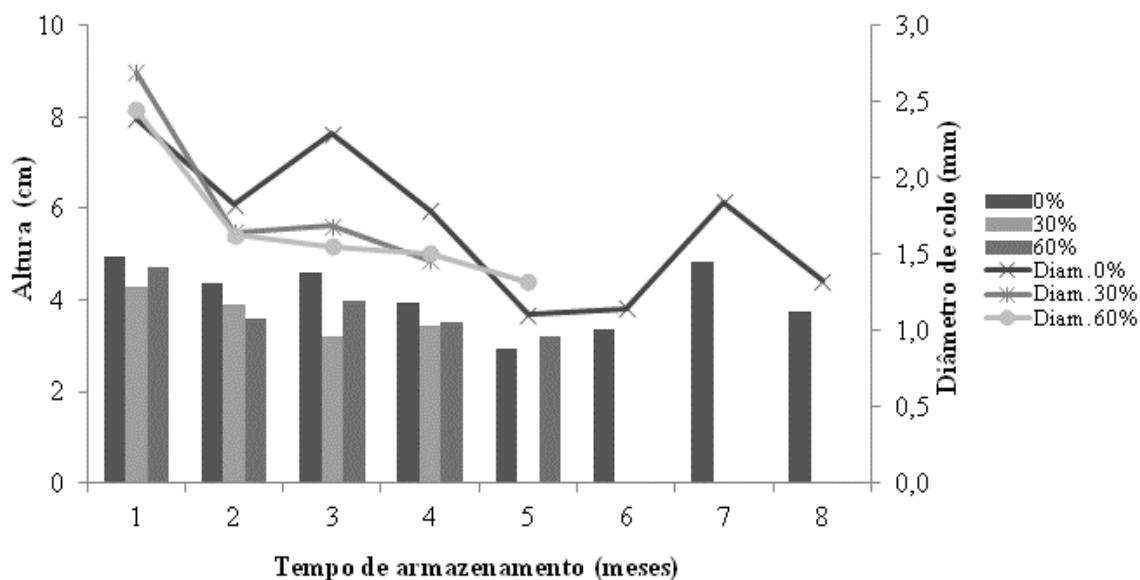


Figura 29. Sementes germinadas. Média da altura e diâmetro das mudas após 45 dias a pleno sol

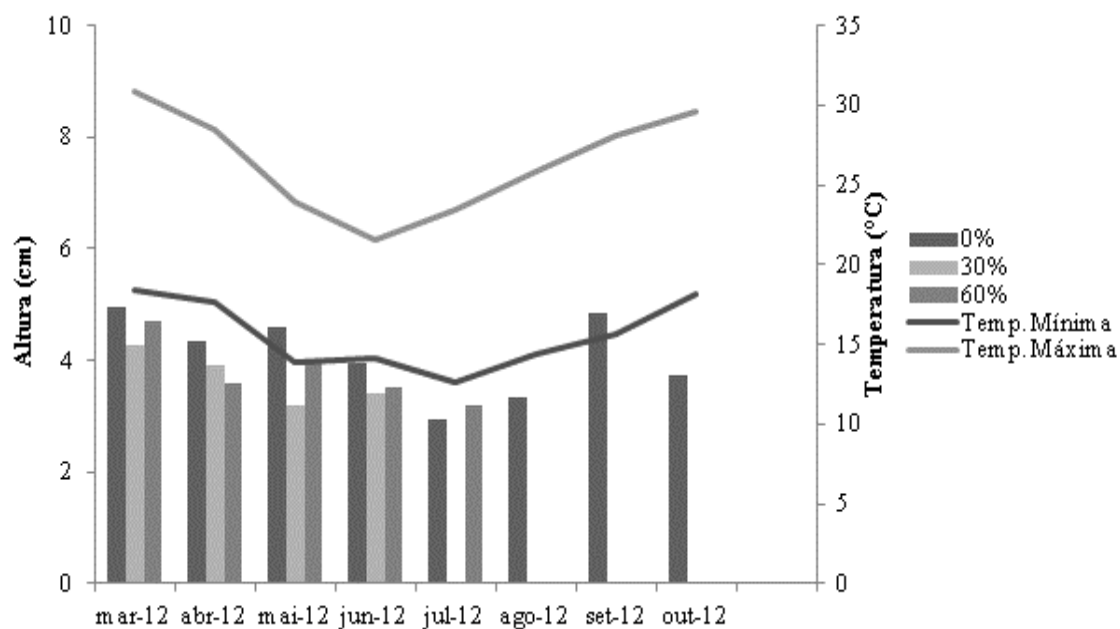


Figura 30. Sementes germinadas. Altura média das mudas após 45 dias a pleno sol e média das temperaturas mínima e máxima nesse período

Os valores encontrados para massa seca também foram baixos, não havendo grande variação durante os meses de avaliação e entre os tratamentos (APÊNDICE 3). Porém, neste caso a massa aérea foi superior a radicular em quase todos os meses (Figura 32).

Almeida *et al.* (2005) determinaram a massa seca aérea e radicular de *Jacaranda puberula* após 120 dias sob diferentes níveis de luminosidade, encontrando para a massa seca radicular valores de 0,8 a 2,2 gramas, e para parte aérea de 2 a 5,2, dados estes superiores aos encontrados no presente trabalho. Siebeneichler *et al.* (2008) também encontraram valores superiores para *Tabebuia heptaphylla* após 120 dias no viveiro em diferentes luminosidades, variando de 6 a 9 gramas para parte aérea e de 2 a 6 gramas para a raiz. Ao comparar o presente trabalho com os dois citados acima se observa diferença entre os dados, porém em todos a massa seca aérea foi superior a radicular.

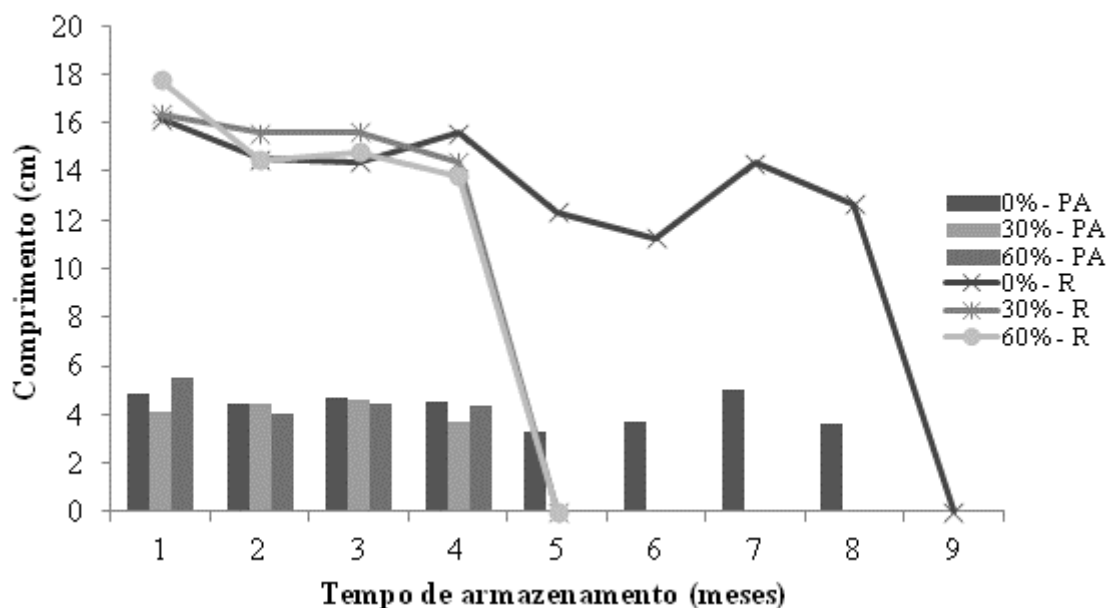


Figura 31. Sementes germinadas. Comprimento médio aéreo (PA) e radicular (R) das mudas utilizadas para determinar a massa seca

O crescimento radicular foi superior ao aéreo, porém as raízes formadas não eram de qualidade. De forma geral, as raízes se apresentaram finas, e com pouca formação de raízes secundárias. O acúmulo de matéria em menor quantidade possivelmente deve-se a falta de nutrientes disponíveis no substrato para promover o

crescimento. A adubação realizada somente na fase a pleno sol, com o intuito de observar qual o tratamento se sobressairia aos demais, não favoreceu o desenvolvimento das mudas no viveiro, porém permitiu que o melhor tratamento se destacasse.

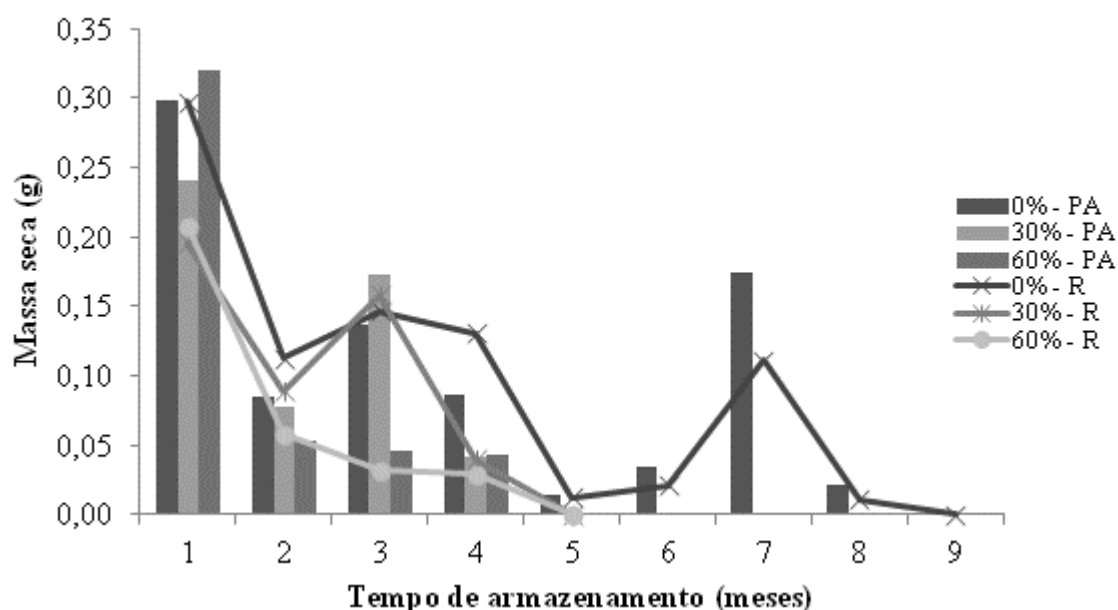


Figura 32. Sementes germinadas. Massa seca aérea (PA) e radicular (R) das mudas dos tratamentos 0, 30 e 60% após 105 dias no viveiro

Pode-se inferir com base nos dados apresentados que é possível armazenar sementes germinadas de *Handroanthus heptaphyllus* por até sete meses, desde que sejam armazenadas em substrato com 0% da sua capacidade de retenção, ou seja, sem adição de água. A melhor resposta das sementes germinadas ao tratamento 0% evidencia seu comportamento ortodoxo, mostrando que as sementes desta espécie são resistentes a condições de baixa umidade e temperatura. Quanto ao seu comportamento no viveiro, parte das mudas sobreviveu, porém seu crescimento foi inferior ao dos padrões de mudas. Mais estudos devem ser realizados com esta e outras espécies, para que o protocolo proposto possa ser ajustado com o intuito de determinar uma nova metodologia de armazenamento. Sugere-se que em novas pesquisas as sementes germinadas sejam armazenadas com comprimento de raiz inferior a 5 cm, e que as mudas sejam adubadas desde a fase inicial do viveiro e não somente no período a pleno sol.

5.2 ESTUDO 2 – ARMAZENAMENTO DE SEMENTES GERMINADAS TRATADAS COM POLIETILENOGLICOL (PEG)

A Figura 33 mostra o número de indivíduos sobreviventes ao armazenamento.

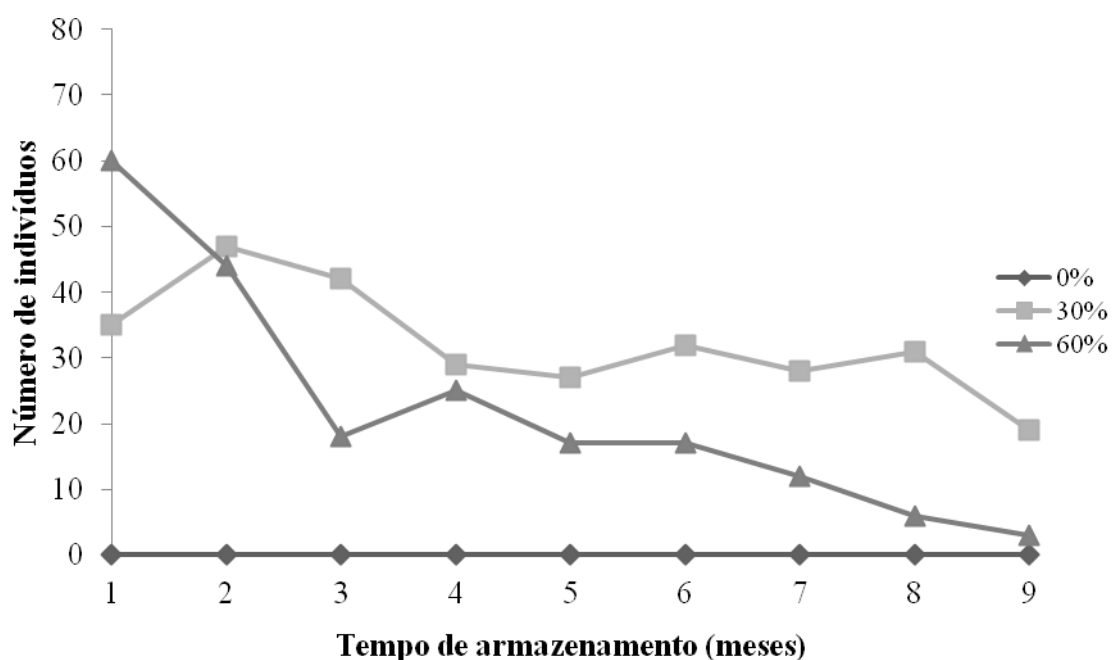


Figura 33. PEG. Indivíduos sobreviventes durante o armazenamento

Para o tratamento 0% não houve indivíduos sobreviventes durante o período de avaliação, mostrando que esta condição não foi favorável ao armazenamento. No entanto, os demais tratamentos apresentaram indivíduos sobreviventes ao longo do armazenamento. Os tratamentos 30 e 60% não apresentaram diferença estatística entre si ($p=0,9124$), sendo a média geral dos tratamentos durante o período de armazenamento 0, 32 e 22 indivíduos para 0, 30 e 60% respectivamente.

A sobrevivência nos tratamentos 30 e 60% variou durante o armazenamento, não apresentando um padrão ao longo deste período, porém é possível observar na Figura 33 que há uma tendência de redução da sobrevivência no decorrer do tempo.

A partir do quarto mês a sobrevivência foi inferior a metade dos indivíduos, com 19 sementes sobreviventes no tratamento 30% e 3 no 60%. Pode-se inferir que, do quarto mês em diante houve redução do vigor destas sementes, indicando que a partir deste momento o processo de deterioração foi acelerado principalmente para o tratamento 60%.

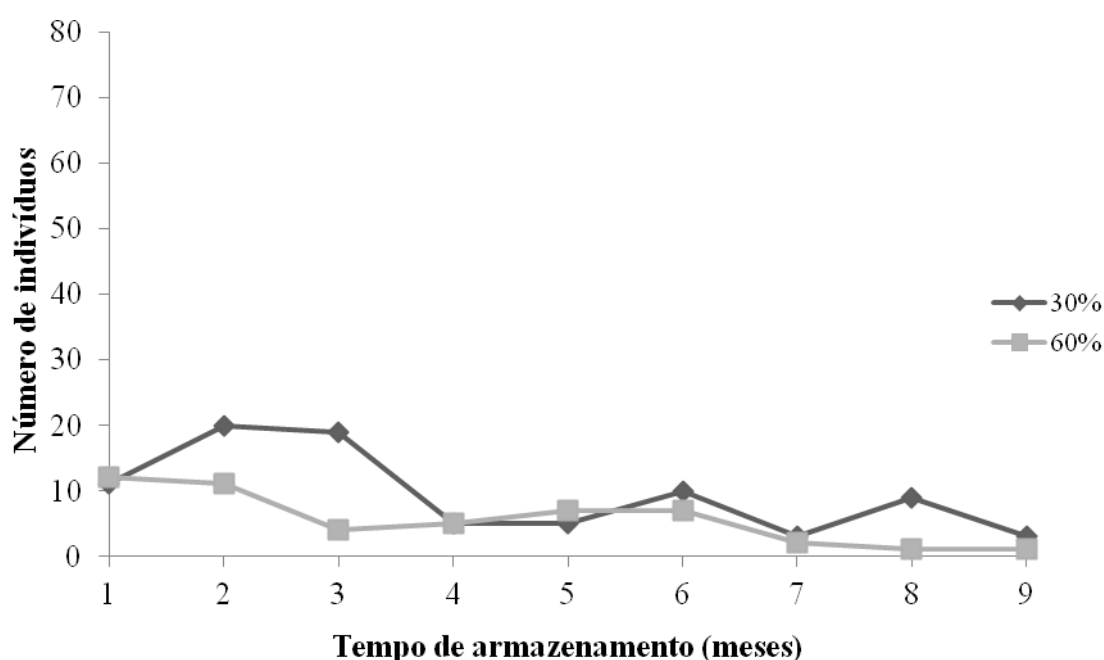


Figura 34. PEG. Plântulas normais após o período no germinador

A câmara de germinação tinha por objetivo avaliar o potencial das sementes germinadas tratadas com PEG em originarem plântulas normais. Nesta etapa observou-se que estas sementes possuem baixa capacidade de gerar indivíduos saudáveis. O número de plântulas normais obtido foi inferior a metade dos sobreviventes ao armazenamento, correspondendo a porcentagem inferior a 25% de plântulas normais.

Ao longo dos meses observaram-se oscilações quanto ao número de plântulas normais, anormais e mortas não havendo um padrão, porém mostrando uma tendência de redução no decorrer do período de armazenamento para os três parâmetros avaliados (APÊNDICE 4). A Figura 34 mostra o número de plântulas normais durante o

período no germinador. A redução do número de indivíduos normais ocorreu a partir do terceiro mês para ambos os tratamentos, com algumas oscilações após esse período. Apesar da diferença de valores não houve diferença estatística entre os tratamentos (APÊNDICE 4), sendo a média geral nesta fase de 9 indivíduos para 30% e 6 para 60%. Esta variação provavelmente ocorreu devido à diferença no vigor das sementes. O tratamento com polietilenoglicol não favoreceu a manutenção do potencial germinativo das sementes de ipê-roxo, pois a sobrevivência foi inferior a 50% dos indivíduos a partir do quarto mês de armazenamento. Estes resultados se assemelham aos encontrados por Costa (2011), cujo armazenamento de plântulas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers tratadas com PEG restabeleceu a tolerância à dessecação, porém não prolongou o período de armazenamento. Por ser uma espécie ortodoxa esperava-se que as sementes de *Handroanthus heptaphyllus* mantivessem sua viabilidade por um período maior após serem tratadas com o PEG.

Apesar do número de indivíduos normais ser reduzido, estes resultados mostram que foi possível re-induzir a tolerância a dessecação em raiz primária de ipê-roxo, pois ocorreu o desenvolvimento e crescimento da semente em plântula. Resultados semelhantes foram obtidos por Buitink *et al.* (2003) trabalhando com *Medicago truncatula*, cuja tolerância à dessecação foi restabelecida através do tratamento das sementes germinadas com solução de PEG a -1,7 MPa, sendo este o mesmo potencial osmótico utilizado por Vieira *et al.* (2010) para induzir a raiz primária de sementes de *Tabebuia impetiginosa* a tolerar a secagem. Em algumas ocasiões notou-se o desenvolvimento de raízes laterais nas sementes, quando estas não apresentavam crescimento da raiz principal (Figura 36b). Vieira *et al.* (2010) observaram comportamento semelhante em plântulas de *Tabebuia impetiginosa*, estas desenvolveram raízes adventícias quando a raiz principal encontrava-se necrosada.

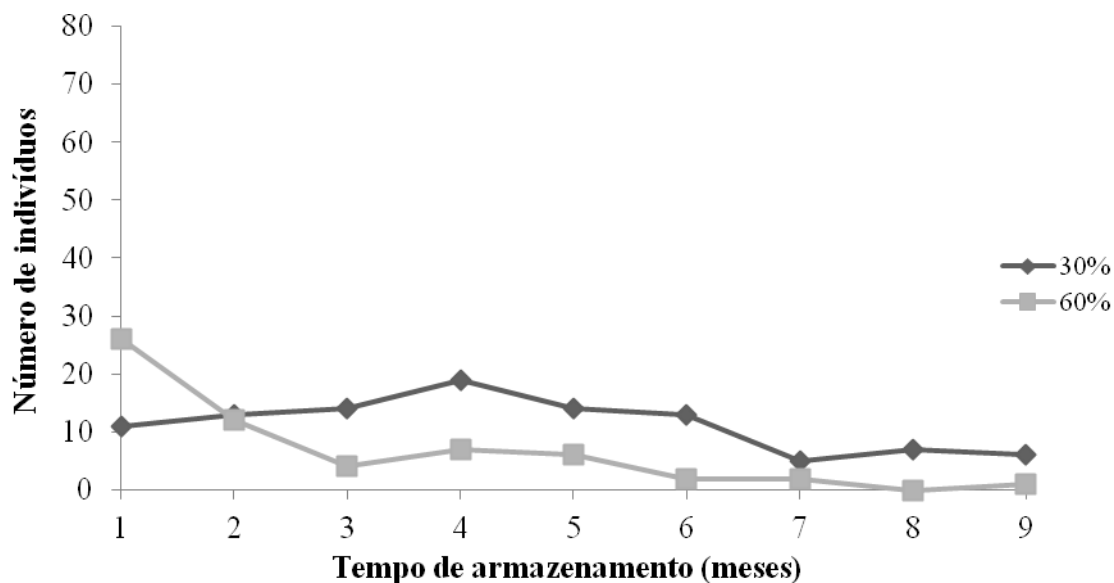


Figura 35. PEG. Plântulas anormais após o período de desenvolvimento na câmara de germinação



Figura 36. PEG. Plântulas normais e anormais com PEG após o período no germinador. (a) Plântula normal mês 5 - 30%; (b) Plântula normal mês 5 - 60%; (c) Plântula anormal mês 4 - 30%; (d) Plântula anormal mês 4 - 60%

Durante o período no germinador observou-se grande número de plântulas anormais (Figura 35). Estatisticamente, os tratamentos não diferiram entre si (APÊNDICE 4), com média geral ao longo do armazenamento de 11 e 7 indivíduos para 30 e 60%, respectivamente.

Em quase todos os meses os indivíduos anormais foram superiores aos normais, o que pode ter ocorrido devido à parte das sementes utilizadas possuírem raiz primária maior que 3 mm. Diversos autores observaram que a reaquisição da tolerância à dessecação em sementes germinadas tem maior sucesso quando a raiz primária possui comprimento inferior a 3 mm (BUITINK *et al.*, 2003; VIEIRA *et al.*, 2010; COSTA, 2011). Apesar do conhecimento deste fato, fez-se necessária a utilização de sementes com raiz em condições diferentes destas, pois a quantidade de sementes com raiz neste comprimento era insuficiente para compor todos os tratamentos do trabalho. A Figura 36 mostra exemplos de plântulas normais e anormais.

A mortalidade durante o período na câmara de germinação mostrou-se elevada oscilando ao longo dos meses, porém mostrando uma tendência de redução no decorrer do armazenamento (Figura 37). Não houve diferença estatística entre os tratamentos (APÊNDICE 4), e a média geral foi de 11 e 10 indivíduos para 30 e 60% respectivamente. O elevado número de indivíduos mortos indica que as sementes germinadas haviam iniciado o processo de deterioração durante o armazenamento, afetando o desenvolvimento no germinador.

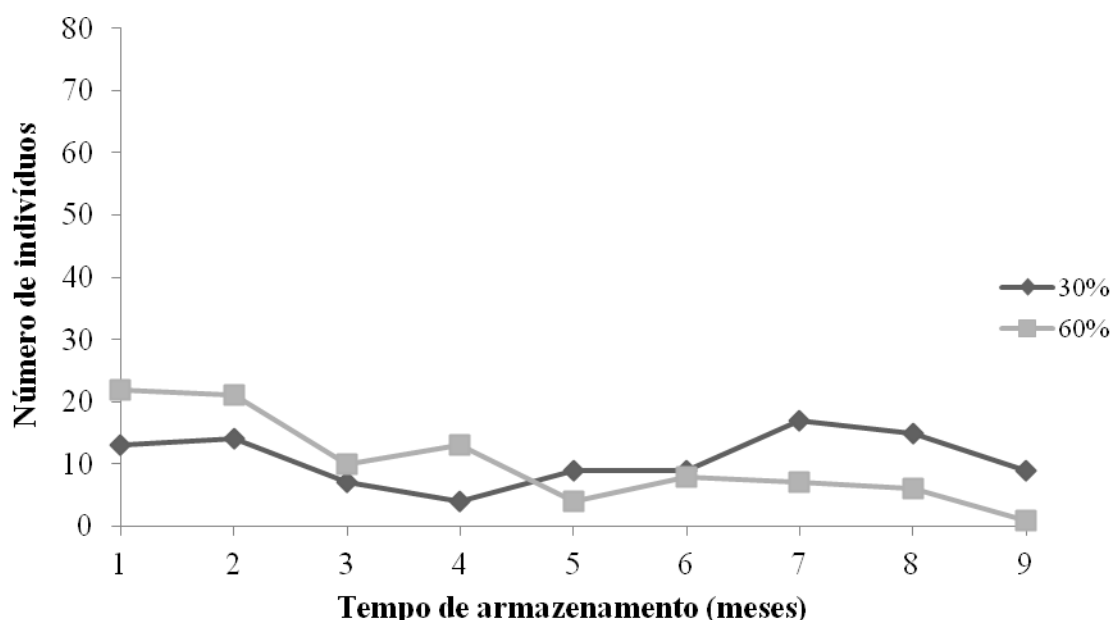


Figura 37. PEG. Plântulas mortas após o período de desenvolvimento na câmara de germinação

A sobrevivência na primeira fase do viveiro, casa de vegetação (Figura 38), foi baixa. Os tratamentos não diferiram entre si (APÊNDICE 4), com médias gerais de 5 e 3 para 30 e 60%, sendo o tratamento de 30% superior. Esta fase de adaptação mostrou-se a mais crítica dentre as demais do viveiro, pois foi onde ocorreu a maior mortalidade de indivíduos. Possivelmente as plântulas de ipê-roxo são sensíveis ao transplante, o que explicaria a mortalidade nesta fase. Outra hipótese seria que as plântulas sofreram com a mudança de temperatura e regime hídrico, o que afetaria também seu desenvolvimento no viveiro.

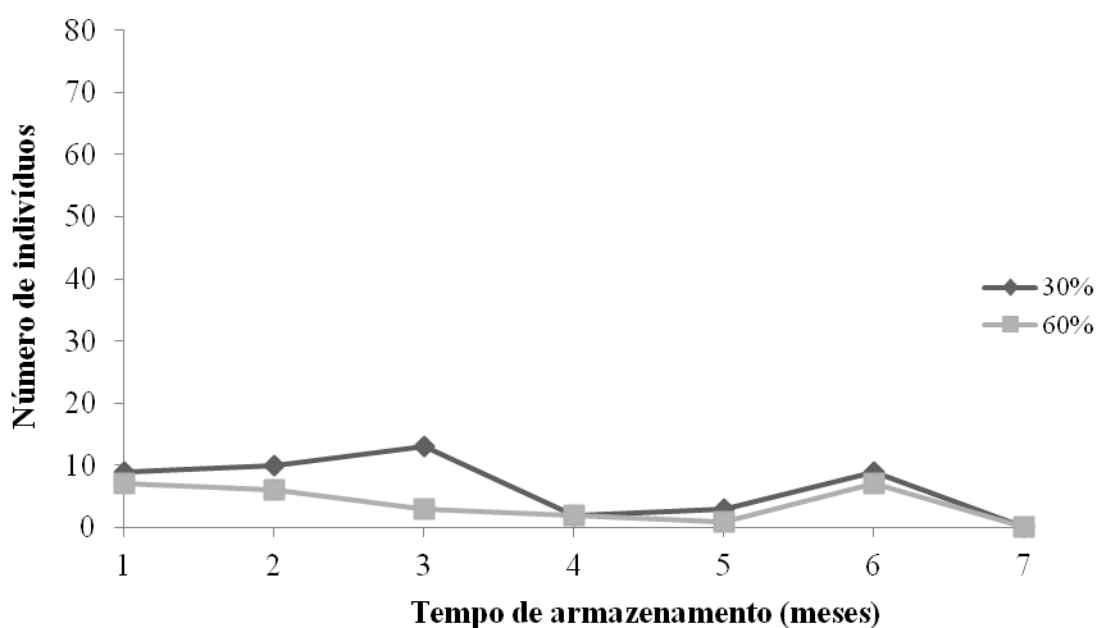


Figura 38. PEG. Indivíduos sobreviventes ao período na Casa de Vegetação - CV

O número de indivíduos sobreviventes na CV foi diminuindo ao longo do tempo chegando à zero no sétimo mês, com um pico para ambos os tratamentos no sexto mês (Figura 38). A Figura 39 mostra o número reduzido de indivíduos na casa de vegetação no segundo e terceiro mês de armazenamento.

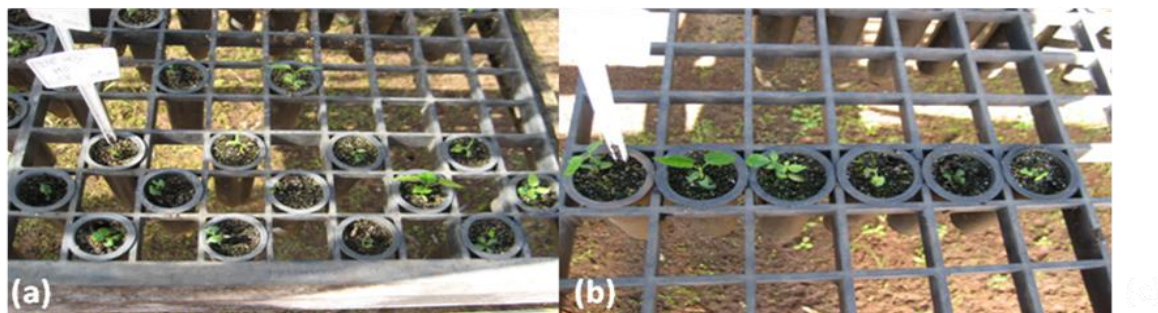


Figura 39. PEG. Mudanças após período na CV. (a) Mês 3 – 30%; (b) Mês 2 – 60%

Para as demais fases no viveiro, casa de sombra e pleno sol respectivamente, o número de indivíduos sobreviventes foi reduzido, variando de 3 a 7 sendo nulo no quarto mês (APÊNDICE 4).

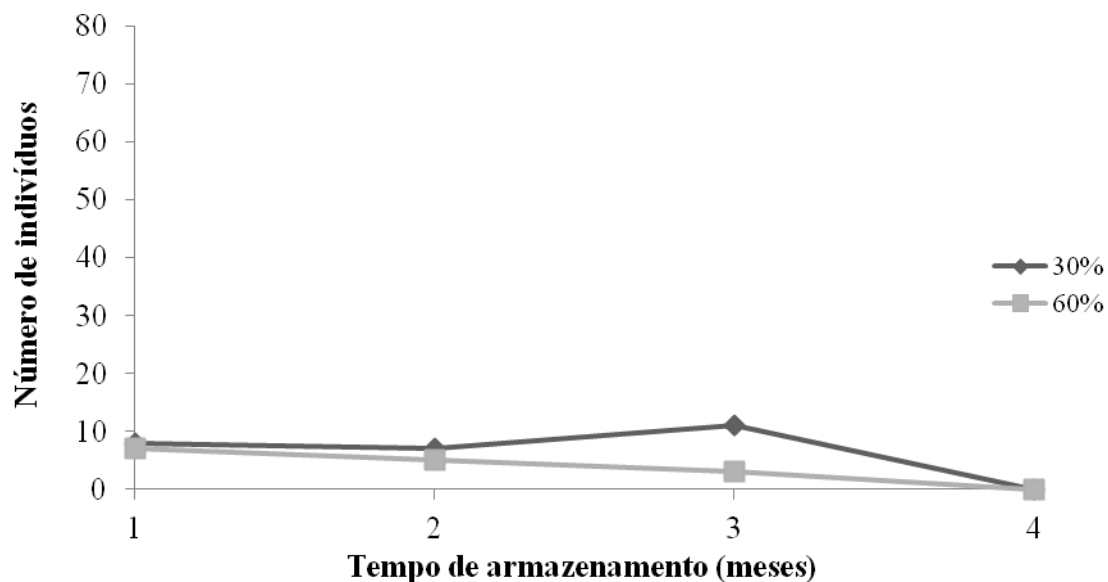


Figura 40. PEG. Indivíduos sobreviventes ao período na Casa de Sombra - CS

A Figura 40 mostra o comportamento dos indivíduos sobreviventes da casa de sombra. Analisando os dados quanto à estatística, não foi detectada diferença entre os tratamentos (APÊNDICE 4), apesar das médias gerais serem diferentes, 7 indivíduos para 30% e 4 para 60%. Observa-se que para o tratamento 60% há redução dos indivíduos ao longo dos meses, chegando à zero no quarto mês. Para o tratamento 30% houve aumento no número de indivíduos no terceiro mês, com posterior declínio no mês seguinte. Este comportamento ocorreu devido à sobrevivência na fase da CV ter sido superior a do segundo mês de armazenamento, o que possivelmente ocorreu devido à diferença de vigor entre as sementes dos lotes. A Figura 41 mostra as mudas nesta fase.



Figura 41. PEG. Mudas de *H. Heptaphyllus* após período na CS. Mês 1: (a) 30%; (b) 60%

O mesmo comportamento de sobrevivência ocorreu na fase a pleno sol, com pico de sobrevivência no terceiro mês e com posterior declínio no mês seguinte (Figura 42). Tal comportamento possivelmente ocorreu devido aos motivos citados anteriormente. Quanto à análise estatística, os tratamentos não foram diferentes entre si (APÊNDICE 4) com médias gerais de 7 e 3 indivíduos para 30 e 60% respectivamente. A Figura 43 ilustra o desenvolvimento das mudas a pleno sol.

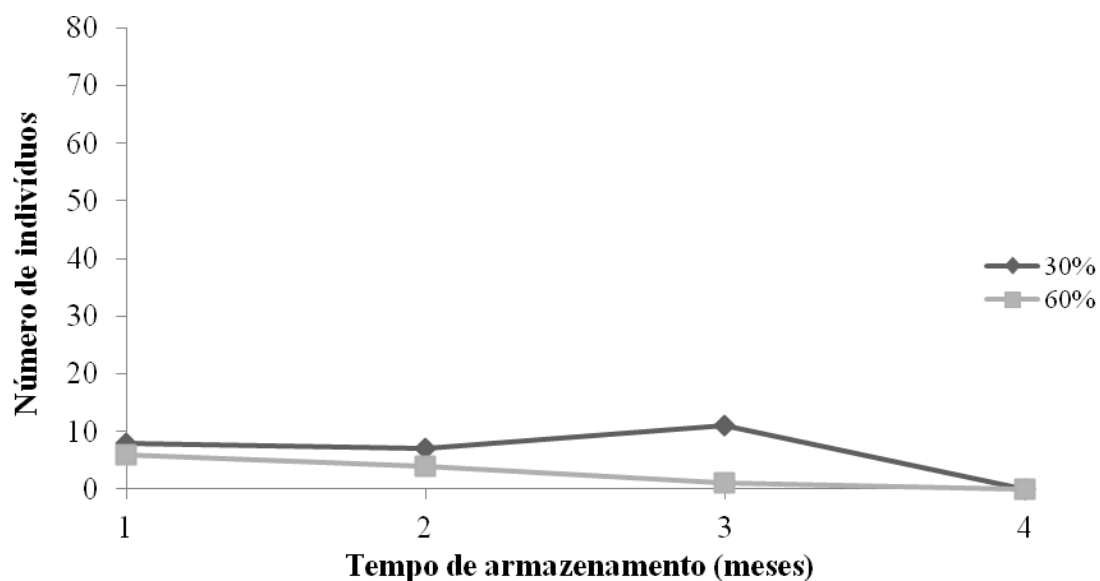


Figura 42. PEG. Indivíduos sobreviventes ao período a Pleno Sol - PS

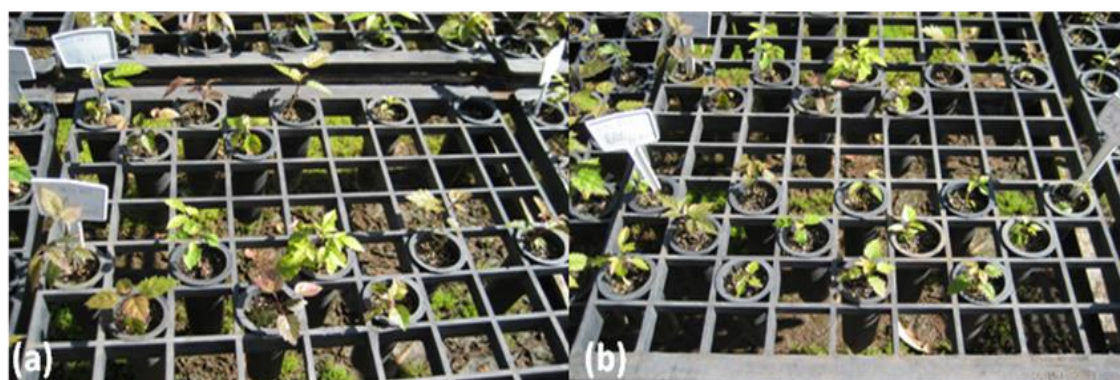


Figura 43. PEG. Mudanças de *H. heptaphyllus* após período a PS. Mês 1: (a) 30%; (b) 60%

Os dados de comprimento aéreo e radicular obtidos após o armazenamento mostram que houve crescimento das sementes germinadas durante este período, assim como ocorreu para sementes germinadas do estudo 1. Camara (2011) também observou crescimento em sementes pré-germinadas de *Inga vera* enquanto eram armazenadas a 10°C. Este fenômeno indica que as sementes utilizam suas reservas durante

o armazenamento para promover o crescimento aéreo e radicular, o que pode afetar seu posterior desenvolvimento.

O crescimento durante o armazenamento variou ao longo dos meses apresentando alguns picos, porém a tendência foi de aumento no decorrer do tempo (Figura 44). Possivelmente estes picos ocorreram devido a características inerentes às sementes, podendo ser ocasionadas por diferença no vigor. Devido às sementes serem provenientes de várias matrizes, é possível que uma ou mais tenha produzido sementes de baixa qualidade, o que pode ser devido a vários fatores como disponibilidade de nutrientes, autofecundação e cruzamento entre indivíduos aparentados, o que poderia influenciar na qualidade das sementes. Ambos os tratamentos apresentaram crescimento semelhante.

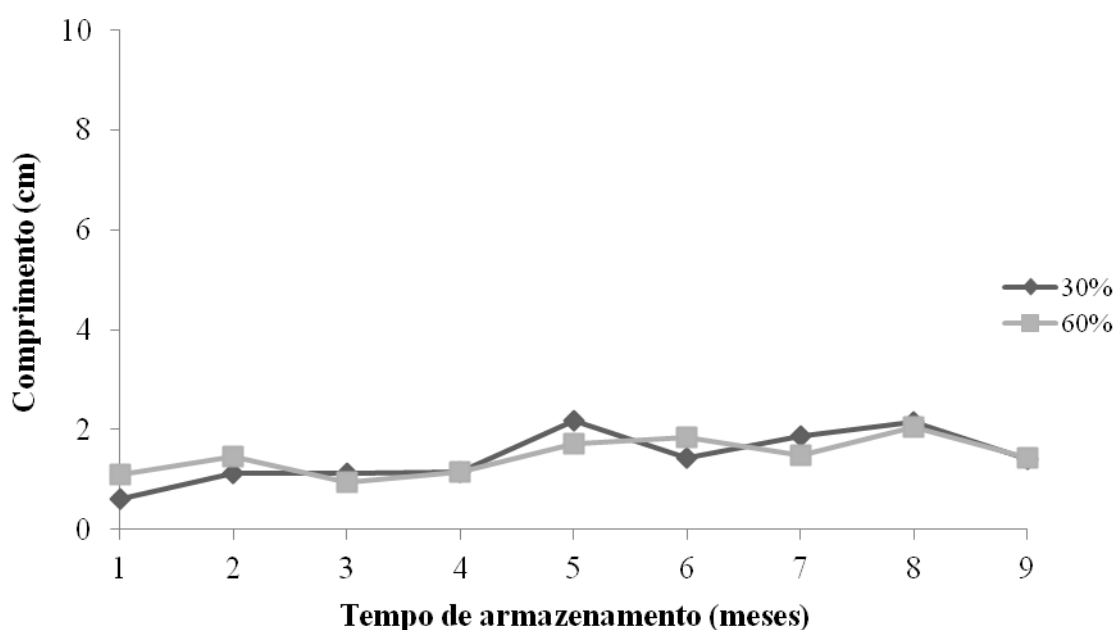


Figura 44. PEG. Comprimento médio da parte aérea após armazenamento

As raízes comportaram-se da mesma forma que a parte aérea, com alguns picos, porém tendendo a aumentar seu crescimento no decorrer dos meses de armazenamento (Figura 45). O desenvolvimento radicular foi ligeiramente superior ao aéreo, com diferença de aproximadamente um centímetro. Estes resultados diferem dos obtidos no estudo 1, cujo desenvolvimento radicular foi superior ao aéreo, cerca de três

centímetros maior. Para a raiz o tratamento que proporcionou maior crescimento foi 60%, porém este se destacou somente nos últimos meses. Durante o período na câmara de germinação houve crescimento das sementes germinadas. A parte aérea, de modo geral, apresentou tendência de aumento no crescimento ao longo dos meses (Figura 46), mantendo o mesmo comportamento encontrado durante o armazenamento. Este fenômeno difere dos resultados encontrados por Souza *et al.* (2005) e Martins *et al.* (2012) ambos trabalhando com armazenamento de sementes do gênero *Tabebuia*, cujo crescimento das plântulas após o período de armazenagem reduzia a medida que o tempo de armazenamento aumentava.

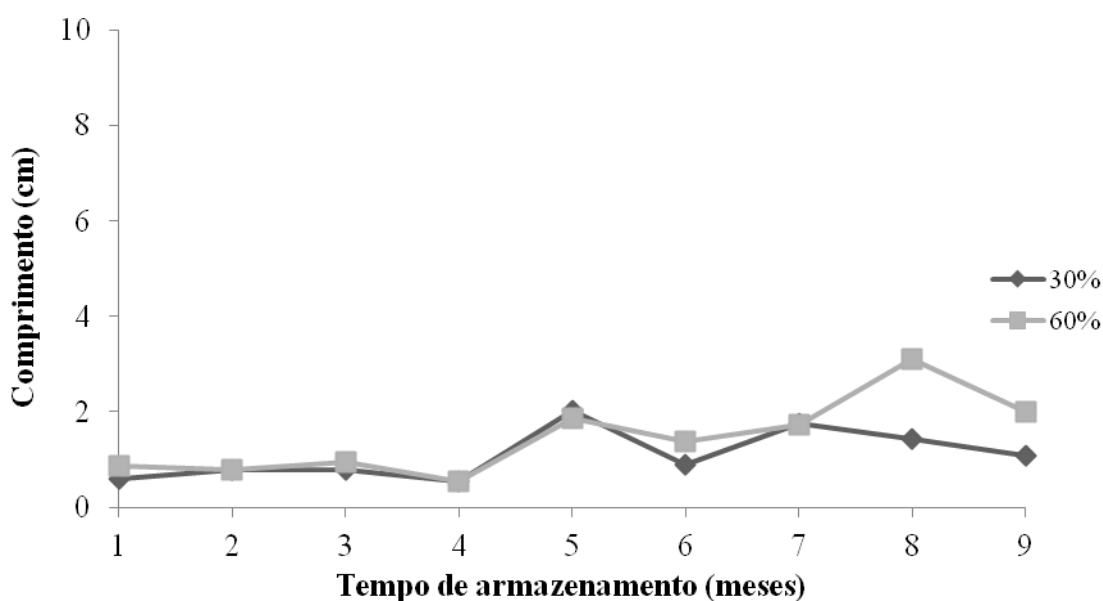


Figura 45. PEG. Comprimento médio radicular após armazenamento

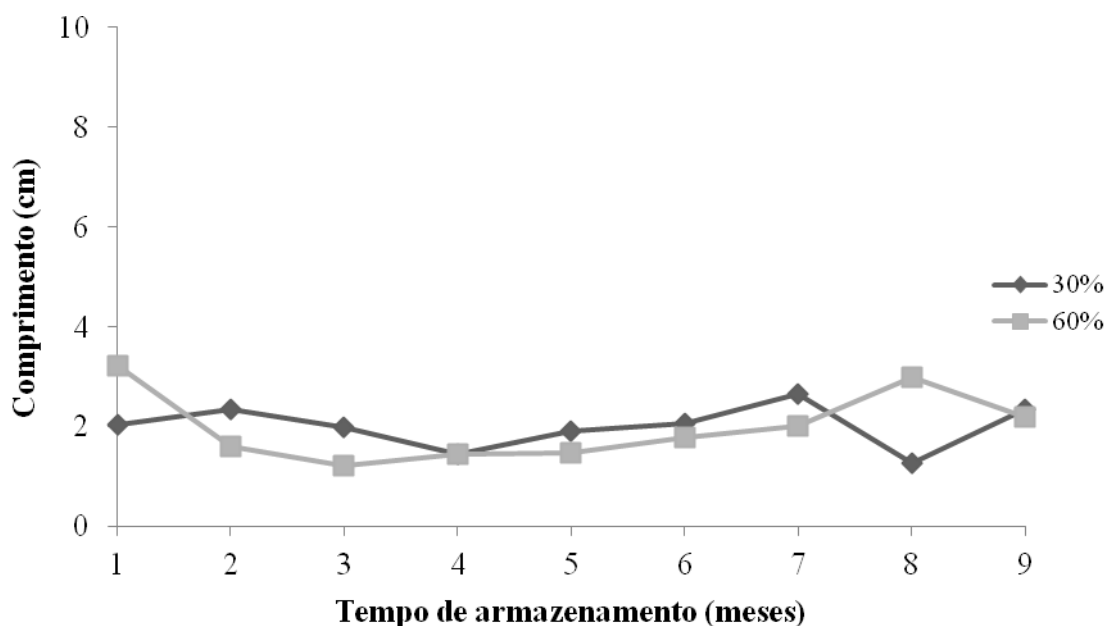


Figura 46. PEG. Comprimento médio da parte aérea após período no germinador

A raiz também se desenvolveu apresentando o mesmo padrão de crescimento do armazenamento, ou seja, a medida que o tempo aumentava o comprimento da raiz aumentava também (Figura 47). O tratamento onde ocorreu o maior desenvolvimento da raiz foi 60%, sendo esta também a condição de armazenamento que proporcionou maior desenvolvimento da parte aérea. Este comportamento possivelmente não está ligado à qualidade das plântulas, mas sim ao número de indivíduos sobreviventes, pois como o número de indivíduos normais foi reduzido, principalmente nos últimos meses de armazenamento (APÊNDICE 4), este fator pode ter aumentado a média do comprimento tanto da raiz como da parte aérea, mascarando o desempenho do tratamento. Possivelmente o tratamento com PEG afetou o desenvolvimento radicular das plântulas, visto que as raízes foram submetidas à desidratação em um momento de maior susceptibilidade, ou seja, quando apresentavam comprimento superior a 3 mm.

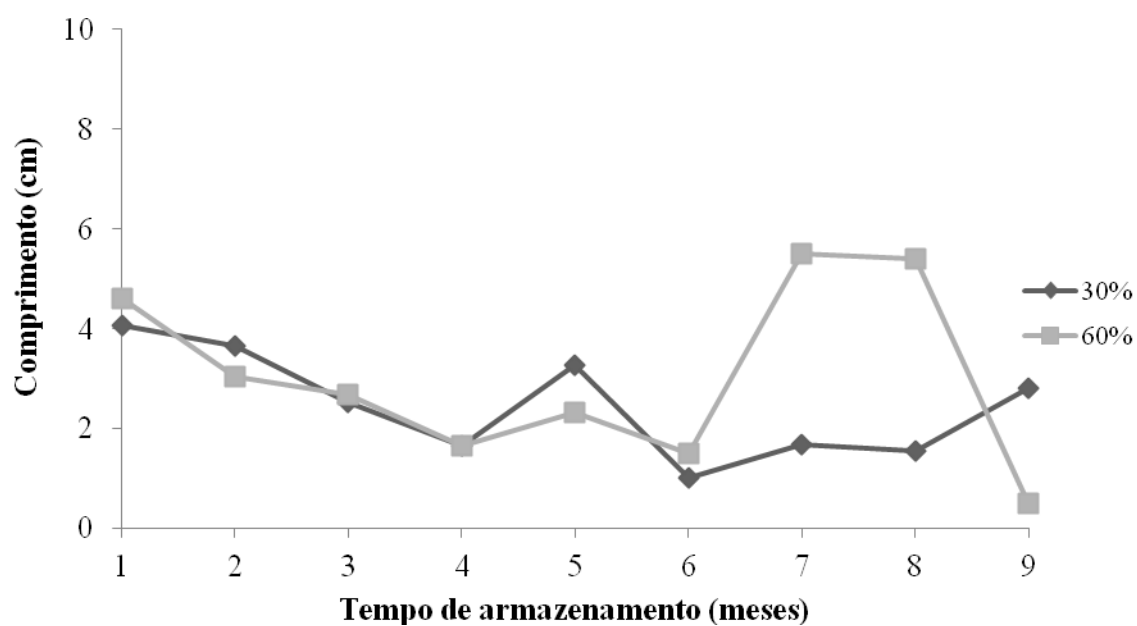


Figura 47. PEG. Comprimento médio radicular após período no germinador

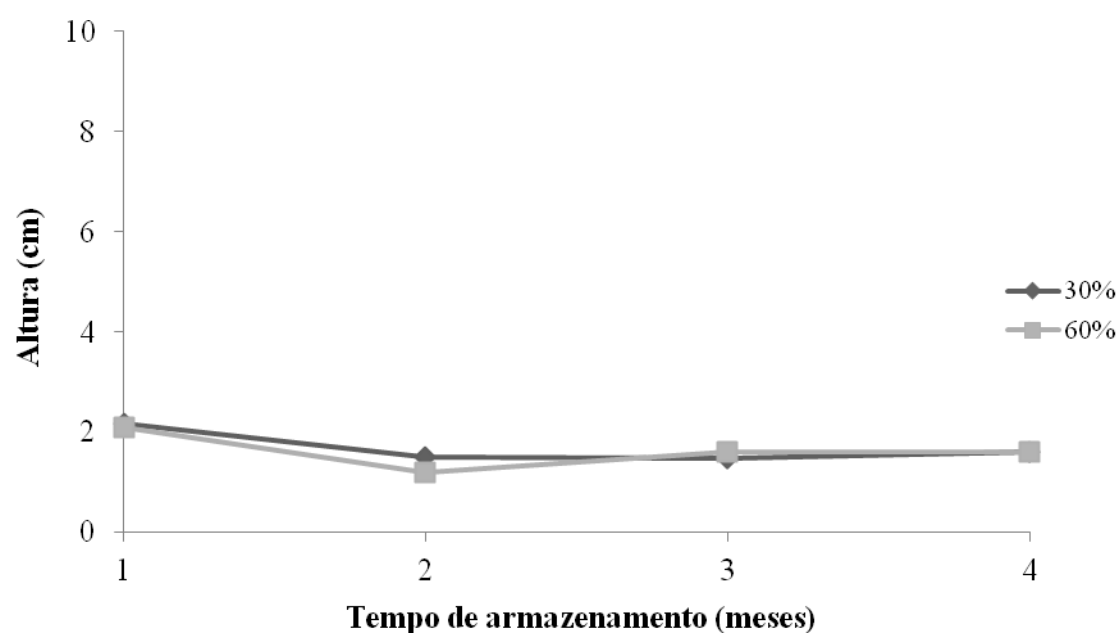


Figura 48. PEG. Altura média após período na Casa de Vegetação - CV

Na casa de vegetação (CV) observou-se a redução da altura das mudas em comparação aos valores encontrados para a parte aérea no germinador. Praticamente não houve diferença entre os dois tratamentos nesta fase do viveiro. Ambos apresentaram o mesmo comportamento de crescimento, com leve queda do primeiro para o segundo mês com posterior aumento (Figura 48). Esta redução na altura provavelmente ocorreu devido à mortalidade ocorrida nesta fase.

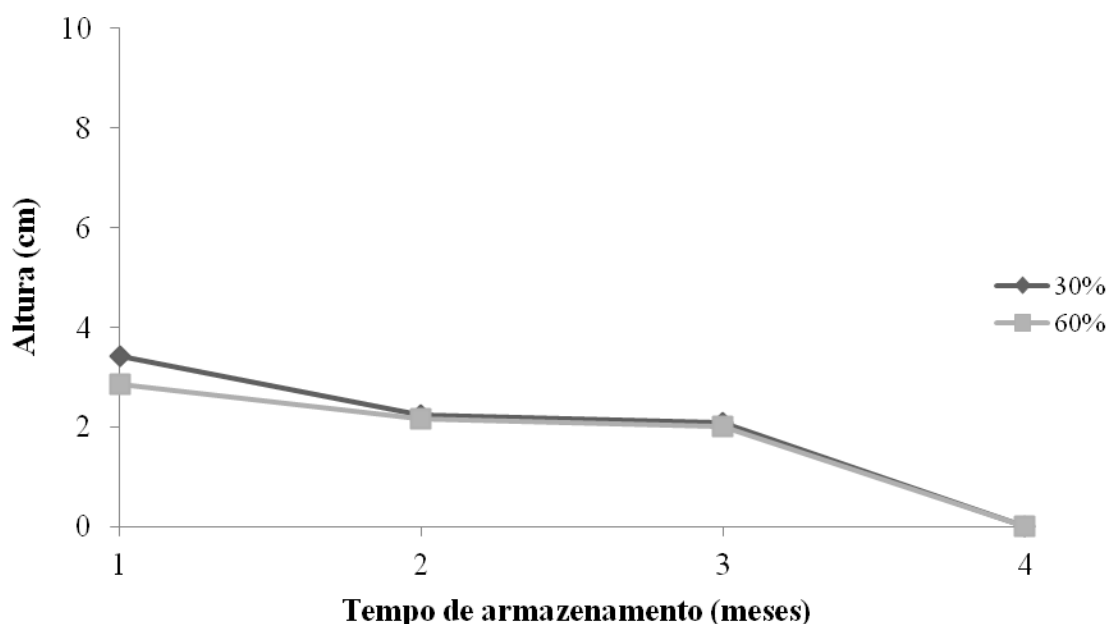


Figura 49. PEG. Altura média após período na Casa de Sombra - CS

Após o período na casa de vegetação, observou-se aumento na altura das mudas da casa de sombra (CS). A diferença entre os tratamentos foi de cerca de 0,5 centímetro. O comportamento de crescimento na CS foi semelhante ao da fase anterior, porém no quarto mês não havia indivíduos sobreviventes para ambos os tratamentos (Figura 49).

Durante o período a pleno sol as mudas apresentaram ganho reduzido em altura, apesar de receberem adubação nesta fase (Figura 50). Praticamente não houve diferença entre os tratamentos durante este período, onde a altura das mudas variou de 2,6 a 4 cm (APÊNDICE 5). Estes resultados contrastam com os encontrados por Siebeneichler *et al.* (2008) trabalhando com mudas de *Tabebuia heptaphylla* em diferentes luminosidades, após o transplante das mudas para os tubetes as mudas atingiram cerca de

20 cm de altura. Por outro lado Camara (2011) observou resultados semelhantes em mudas de *Inga vera*, provenientes de sementes pré-germinadas cujas alturas não ultrapassaram 7 cm. Observou-se que o crescimento foi influenciado pela alteração de temperatura (Figura 51), quando as temperaturas mínima e máxima diminuíram houve redução do crescimento, mostrando que a espécie é sensível a temperaturas mais baixas. O diâmetro também apresentou baixo desenvolvimento (Figura 50), atingindo valor máximo de 2,1 mm contrastando com os 6 mm encontrados por Siebeneichler *et al.* (2008). Este resultado dá indícios de que o ipê-roxo é sensível ao frio, pois a redução de seu metabolismo para suportar temperaturas mais baixas acarreta na diminuição de seu crescimento.

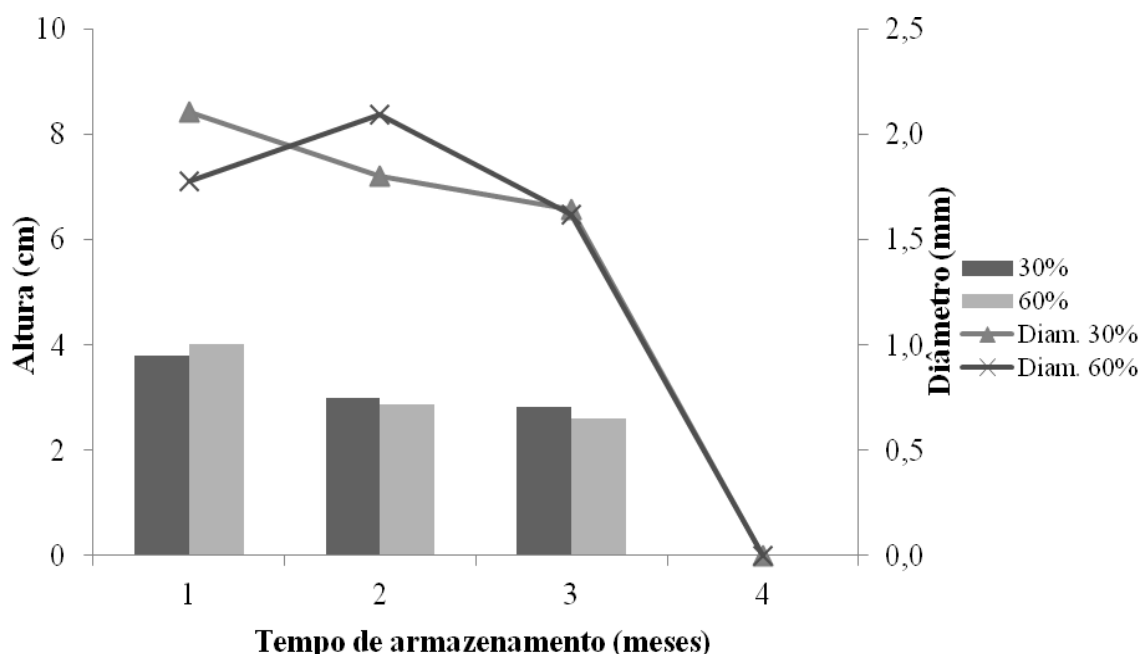


Figura 50. PEG. Média da altura e diâmetro de colo após período a Pleno Sol - PS

O baixo desenvolvimento das mudas provavelmente ocorreu devido à ausência de adubação nas duas primeiras fases do viveiro, pois esta só foi realizada durante o período a pleno sol. Fato este que poderia ter influenciado o crescimento, pois como o substrato era inerte a única fonte de nutrientes disponível era a reserva da própria semente, reserva esta que provavelmente já havia sido quase ou completamente consumida pela semente durante o armazenamento e desenvolvimento na câmara de germinação. O baixo ganho em altura de mudas de *Inga vera* submetidas à

adubação apenas na fase a pleno sol (CAMARA, 2011), indica que o crescimento reduzido foi ocasionado pela falta de adubação durante o período no viveiro. Outro fator que pode ter influenciado no crescimento é o fato das raízes das mudas terem sofrido abalo com o transplante para os tubetes.

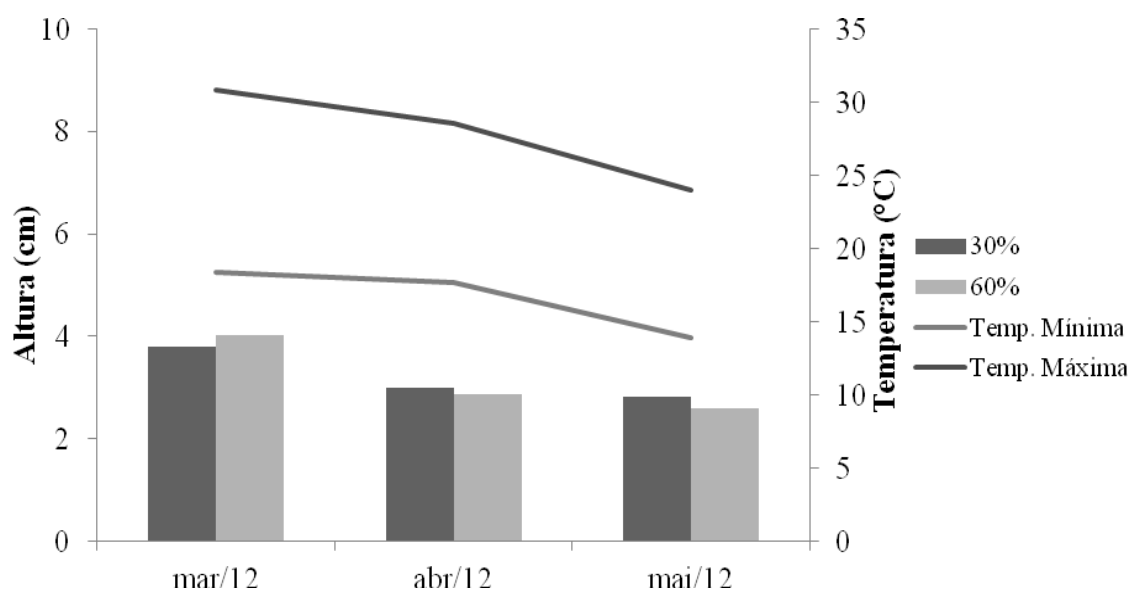


Figura 51. PEG. Altura média das mudas após 45 dias a pleno sol e média das temperaturas mínima e máxima nesse período

A massa seca foi determinada apenas nos primeiros três meses de armazenamento, pois nos demais não houve indivíduos suficientes para realizar esta avaliação. Os dados mostram que o comprimento radicular foi superior ao aéreo, quase três vezes maior (APÊNDICE 6). A Figura 52 ilustra este comportamento. Apesar dos tratamentos apresentarem raízes longas, o sistema radicular era mal formado possuindo poucas raízes adventícias de pequena espessura. Em condições de campo estas mudas dificilmente sobreviveriam, pois o baixo volume de raízes formado dificultaria a absorção de nutrientes do solo pela planta, além de serem muito finas e escassas para poderem promover a sustentação da parte aérea.

A massa seca baseia-se no princípio de que sementes mais vigorosas originam plantas com maior acúmulo de massa seca, pois são capazes de

transferir massa seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário dando origem a plantas com maior peso, devido ao maior acúmulo de matéria (POPINIGIS, 1985; NAKAGAWA, 1994). Os resultados encontrados mostram que houve pouco acúmulo de matéria seca, tanto da parte aérea como da raiz durante o processo de formação das mudas. Porém a massa seca radicular foi superior à aérea. O tratamento com melhor desempenho foi 30%, apresentando valores superiores para massa seca aérea e radicular (Figura 53). Almeida *et al.* (2005) em trabalho com *Jacaranda puberula*, obtiveram valores de 0,8 a 2,2 gramas para massa seca da raiz e 1,9 a 5,3 gramas para parte aérea, divergindo dos resultados encontrados no presente trabalho (APÊNDICE 6).

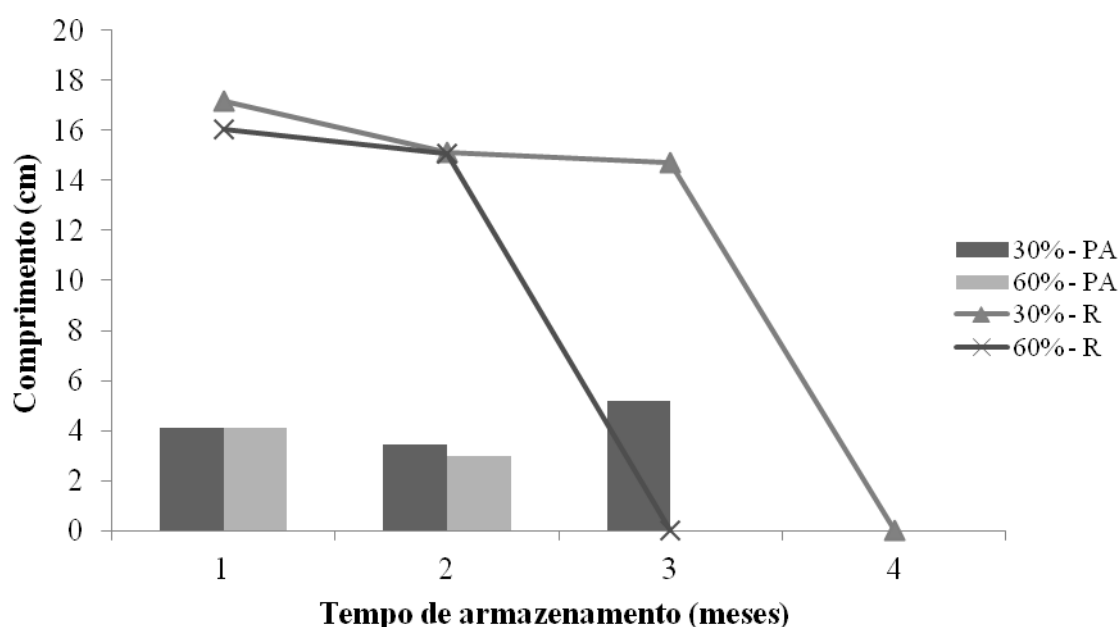


Figura 52. PEG. Comprimento médio aéreo (PA) e radicular (R) das mudas utilizadas para determinar a massa seca após 105 dias no viveiro

O baixo acúmulo de matéria provavelmente ocorreu devido à adubação ter sido limitada à fase a pleno sol. A falta de nutrientes disponíveis no substrato não permitiu que as mudas se desenvolvessem atingindo o padrão de qualidade para mudas, que segundo Gonçalves *et al.* (2000) é de 20 a 35 cm para a altura e de 5 a 10 mm para diâmetro de colo.

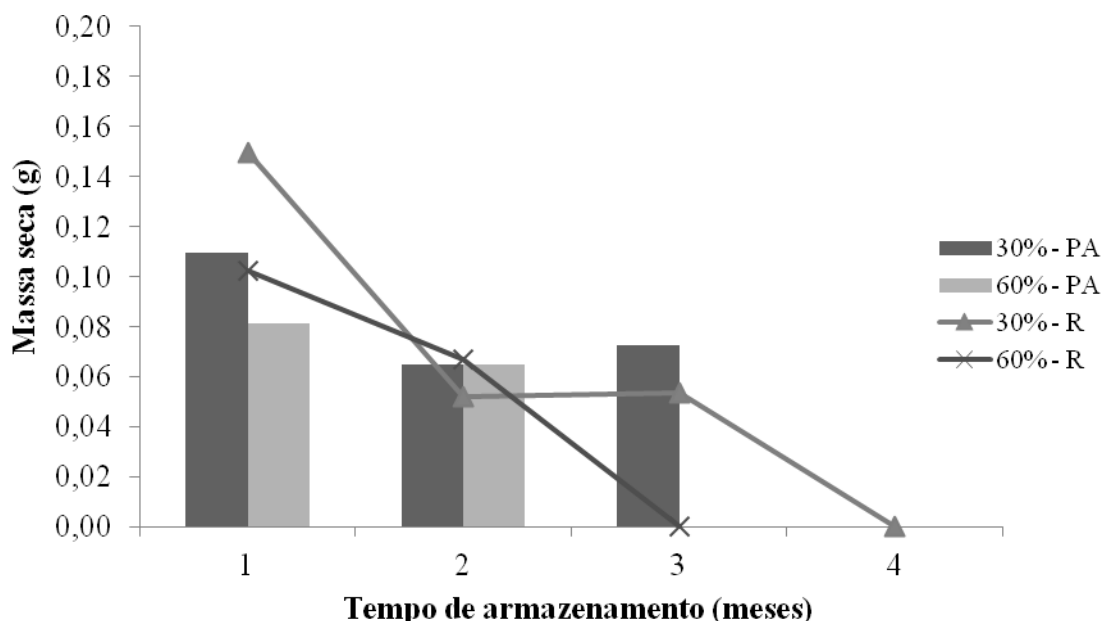


Figura 53. PEG. Massa seca aérea (PA) e radicular (R) das mudas dos tratamentos 30 e 60% após 105 dias no viveiro

Baseando-se nos dados apresentados pode-se dizer que é possível induzir a tolerância à dessecação em raiz primária de sementes germinadas de *Handroanthus heptaphyllus* através do tratamento com polietilenoglicol, porém este procedimento provocou alta mortalidade durante o armazenamento e problemas no desenvolvimento das plântulas e mudas. O tratamento com PEG proporcionou armazenar as sementes germinadas por três meses em substrato com 30% da sua capacidade de retenção, porém neste período a sobrevivência teve redução de quase 50%.

Para que a metodologia tenha maior precisão são necessários mais trabalhos nessa área de pesquisa. Sugere-se que em novos trabalhos sejam utilizadas sementes germinadas com raiz primária menor ou igual a 3 mm de comprimento, pois quanto maior o comprimento da raiz mais difícil se torna o processo de re-indução da tolerância à dessecação. Para a fase de viveiro sugere-se que a adubação seja realizada em todas as etapas do viveiro.

6 CONCLUSÃO

O armazenamento de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos por meio de sementes germinadas não prolongou o período de armazenamento quando comparado ao convencional, via sementes.

O tratamento que proporcionou maior período de armazenamento das sementes germinadas foi 0% de capacidade de retenção de água, apresentando cerca de 65% de plântulas normais até os sete meses de armazenamento.

O restabelecimento da tolerância à dessecação em sementes germinadas através do tratamento com polietilenoglicol (PEG) foi alcançado, pois houve sobrevivência e desenvolvimento das sementes tratadas. Entretanto, este tratamento não prolongou o período de viabilidade originando maior quantidade de plântulas anormais do que normais. A condição de armazenamento que proporcionou maior período de armazenagem, cerca de três meses, foi o substrato com 30% de capacidade de retenção de água. Após este período a sobrevivência ao armazenamento foi inferior a 50%.

Quanto ao desenvolvimento no viveiro, as sementes germinadas de ambos os estudos, as que receberam tratamento com PEG e as que não receberam, desenvolveram-se, porém a parte aérea e raiz das mudas apresentaram crescimento reduzido e pouco volume de raízes, não estando aptas para serem levadas a campo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. S. *et al.* Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.3, p. 323-329, 2005.

ANDRÉO, Y.; NAKAGAWA, J.; BARBEDO, C. J. **Mobilização de água e conservação da viabilidade de embriões de sementes recalcitrantes de ingá (*Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T. D. Pennington).** Revista Brasileira de Botânica, v.29, n.2, p.309-318, 2006.

BARBEDO, C. J.; MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A. D. L. Condicionamento osmótico e armazenamento de sementes de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.2, p.354-360, 1997.

BARBEDO, C. J.; BILIA, D. A. C. Evolution of research on recalcitrant seeds. **Scientia Agricola** 55 (especial): 121-125, 1998.

BARBEDO, C.J.; CICERO, S. M. Effects of initial quality, low temperature and ABA on the storage of seeds of *Inga uruguensis*, a tropical species with recalcitrant seeds. **Seed Science and Technology**, 28:793-808. 2000.

BEWLEY, J. D.; BLACK, A. M. **Seeds: physiology of development and germination.** 2 ed. Plenum Press. N. Y. USA., 1994, 445 p.

BORBA FILHO, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A. Armazenamento de sementes de ipê-branco e ipê-roxo em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 31, n.1, p. 259-269, 2009.

BOUDET, J. *et al.* Comparative analysis of the heat stable proteome of radicles of *Medicago truncatula* seeds during germination identifies late embryogenesis abundant proteins associated with desiccation tolerance. **Plant Physiol**, 140: 1418–1436, 2006.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de Sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). **Sementes Florestais Tropicais**, Brasília, DF: ABRATES, 1993. p.83-136.

BRADFORD, K. J. Water relations in seed germination. In: Kigel, J.; Galili, G. **Seed Development and Germination**. New York, Academic Press, 1995, p. 351-396.

BRASIL. **Convenção sobre Diversidade Biológica**: Conferência para Adoção do Texto Acordado da CDB – Ato Final de Nairobi. Brasília: MMA/SBF, 2000. 60 p. (Biodiversidade, 2).

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009, 399 p.

BRUGGINK, T.; TOORN, P. van der Induction of desiccation tolerance in germinated seeds. **Seed Science Research**, 5, p. 1-4, 1995.

BUITINK, J. *et al.* The re-establishment of desiccation tolerance in germinated radicles of *Medicago truncatula* Gaertn. seeds. **Seed Sci Res**, 13: 273–286, 2003.

BUITINK, J. *et al.* Transcriptome profiling uncovers metabolic and regulatory processes occurring during the transition from desiccation sensitive to desiccation-tolerant stages in *Medicago truncatula* seeds. **Plant J**, 47:735–750, 2006.

CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Acta Botânica Brasílica**, v.17, p.609-617, 2003.

CAMARA, A. T. R. **Armazenamento de sementes pré-germinadas de *Inga vera* Willd.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011.

CAMPOS, M. A. S.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.3, p. 281-288, 2002.

CARDOSO, V. J. M. Germinação. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2004, p. 386-408.

CARNEIRO, J. G. A. Influência dos fatores ambientais e das técnicas de produção sobre o desenvolvimento de mudas florestais e a importância dos parâmetros que definem sua qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE FLORESTAS PLANTADAS NOS NEOTRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA, 1983, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. p.10-24.

CARNEIRO, J. G. A.; AGUIAR, I. B. Armazenamento de sementes In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). **Sementes Florestais Tropicais**, Brasília, DF: ABRATES, 1993. p.333-350.

CARUSO, A. *et al.* Physiological characterization and identification of genes differentially expressed in response to drought induced by PEG 6000 in *Populus canadensis* leaves. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 165, p. 932-941, 2008.

CARVALHO, N. M. *et al.* Armazenamento de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*). **Científica**, v.4, n.3, p.315-319, 1976.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**. Ciência, tecnologia e produção. Campinas, Fundação Cargill, 2000, 428p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: Embrapa-CNPQ; Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 640 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras** por Paulo Ernani Ramalho Carvalho. – Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, vol. 1, 2003, 1039 p.

CARVALHO, L. R.; SILVA, E. A. A.; DAVIDE, A. C. Comportamento no Armazenamento de Sementes Florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, nº 2, p.15-25, 2006.

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 323p, 2004.

COSTA, M. C. D. Armazenamento de plântulas de *Sesbania virgata*. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

CUNHA, R. da *et al.* Métodos para conservação a longo prazo de sementes de *Tabebuia spp.* Bignoniaceae. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.4, pt. 3, p.675-678, 1992. Edição de Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas, São Paulo, mar. 1992.

DEGAN, P.; AGUIAR, I. B.; SADER, R.; PERECIN, D.; PINTO, L. R. Influência de métodos de secagem na conservação de sementes de ipê-branco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, p.492-496, 2001.

DUCHESNEAU, R.; MORIN, H. Early seedling demography in balsam fir seedling banks. **Canadian Journal of Forest Research**, 29, p.1502–1509, 1999.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J. C. B. **Recomposição de matas ciliares: orientações básicas**. São Paulo: IF, n. 4, 14 p. 1990.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. **Journal of Experimental Botany**, v. 41, p. 1167-1174, 1990.

EVERHAM, E.M. III; BROKAW, N.V.L. **Forest damage and recovery from catastrophic wind**. Botanical Review, 62, p.113–185, 1996.

FAO. **A Guide to Forest Seed Handling**. FAO Forestry Paper No. 20/2, FAO, Rome, 379 p., 1985. Disponível em: < <http://www.fao.org/docrep/006/AD232E/AD232E07.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2012.

FARIA, J. M. R. *et al.* Changes in DNA and microtubules during loss and re-establishment of desiccation tolerance in germinating *Medicago truncatula* seeds. **J Exp Bot**, 56:2119–2130, 2005.

FARIA *et al.* Physiological and cytological aspects of *Inga vera* subsp. *affinis* embryos during storage. **Braz. J. Plant Physiol**, 18(4), p. 503-513, 2006.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

FIGLIOLIA, M. B. Conservação de sementes de essências florestais. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, v.42, p.1-18, 1988.

FOWLER, J. A. P.; MARTINS, E. G. **Manejo de sementes de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 76p. (Embrapa Florestas Documentos, 58).

GARWOOD, N. C. Tropical soil seed banks: a review, pp. 149-209. In: LECK, M.A.; PARKER, V.T.; SIMPSON, R.L. (eds.), **Ecology of soil seed banks**. Academic Press, San Diego, 1989.

GENTRY, A. H. Bignoniaceae: Part II. (Tribe Tecomeae). Monografia nº 25. **Flora Neotropica**. New York. p.126-273. 1992.

GONÇALVES, J. L. M. *et al.* Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 310-350.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 55 p, 1996. (Technical Bulletin, 1).

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Chapter 3: Storage. In: **Tropical Tree Seed Manual**. [s.l]: USDA Forest Service's, Reforestation, Nurseries, and Genetics Resources, 2003.

KAGEYAMA, P. Y.; MÁRQUEZ, F. C. M. Comportamento de sementes de curta longevidade armazenadas com diferentes teores de umidade inicial: gênero *Tabebuia*. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n. 126, jan. 1981.

KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed Development and Germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. 853 p.

KRAMER, Paul J.; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745 p.

LABBÉ, L. M. B. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D'AVILA; ROTA, G. R. M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas, RS: UFPel, 2003. p. 366-414.

LEPRINCE, O. *et al.* Metabolic dysfunction and unabated respiration precede the loss of membrane integrity during dehydration of germinating radicles. **Plant Physiology**, v.122, p.597-608, 2000.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, v.1, 4.ed, 2002. 368p.

MAEDA, J. A.; MATTHES, L. A. F. Conservação de sementes de ipê. **Bragantia**, Campinas, 43 (1), p. 51-61, 1984.

MARCHETTI, E. R. Época de coleta, semeadura, tratamento pré-germinativo e métodos de semeadura de espécies florestais cultivadas no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5., 1984, Nova Prata. **Anais**. Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata, v.2, p.524-532, 1984.

MARTINS, L.; LAGO, A. A.; ANDRADE, A. C. S.; SALES, W. R. M. Conservação de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl.) em nitrogênio líquido. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p.71-76, 2009.

MARTINS, L.; LAGO, A. A.; CÍCERO, S. M. Conservação de ipê-roxo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 1, p.108-112, 2012.

MEDEIROS, A. C. DE S.; EIRA, M. T. S. da Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas. **Comunicado Técnico**, Colombo: Embrapa Florestas, n. 127, 2006. 13p.

MICHEL, B. E.; KAUFMANN, M. R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, Lancaster, v.51, n.6, p.914-916, 1973.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. Teste de vigor em **sementes**. Jaboticabal, FUNEP, 1994. p.49-85.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A. Secagem de sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D'AVILA; ROTA, G. R. M. (Edit.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas, RS: UFPel, 2003. p. 281-319.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PIRATELLI, A. J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Sementes Florestais Tropicais**, Brasília, DF: ABRATES, 1993. p. 47-82.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2ª edição, s. e., 1985, 289 p.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia**, Itajaí, n. 34 e 35, p.1-525, 1983.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v.1, p.499-514, 1973.

SALVADOR, J. L. G.; OLIVEIRA, S. B. **Reflorestamento ciliar de açudes**. São Paulo: Cesp, 1989. 14p. (Cesp. Série Divulgação e Informação, 123).

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M.; FARIAS, J. A. **Manual de instruções para a coleta, beneficiamento, armazenamento e análise de sementes florestais**. Santa Maria: UFSM/AFUBRA, Projeto Bolsa de Sementes de Espécies Florestais, 2002.

SIEBENEICHLER, S. C. *et al.* Características morfofisiológicas em plantas de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. em condições de luminosidade. **Acta Amazonica**, v.38 (3), p. 467-472, 2008.

SILVA, D. G.; CARVALHO, M. L. M.; NERY, M. C.; OLIVEIRA, L. M.; CALDEIRA, C. M.

Alterações fisiológicas e bioquímicas durante o armazenamento de sementes de *Tabebuia serratifolia* **CERNE**, v. 17, n.1, p. 1-7, jan./mar. 2011.

SOUZA, V. C.; BRUNO, R. L. A.; ANDRADE, L. A. Vigor de sementes armazenadas de ipê-amarelo *Tabebuia serratifolia* (VAHL.) NICH. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.29, n. 6, p. 833-841, 2005.

STEUTER, A. A.; MOZAFAR, A; GOODIN, J. R. Water potencial of aqueous polyethyleneglycol. **Plant Physiology**, 67:64-67, 1981.

VIEIRA, A. H. *et al.* **Técnicas de produção de sementes florestais**. Porto Velho: Embrapa, CT 205, 2002.

VIEIRA, C. V. *et al.* Stress-associated factors increase after desiccation of germinated seeds of *Tabebuia impetiginosa* Mart. **Plant Growth Regulation**, 2010. publicado *on line*.

VILLELA, F. A.; PERES, W. B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F.. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 323p, 2004.

APÊNDICE 1

Número de indivíduos em cada fase, e porcentagem dos parâmetros avaliados no período de desenvolvimento no germinador das sementes germinadas, dentro de cada capacidade de retenção de água do substrato (CRAS), sendo classificados em: sobreviventes ao armazenamento (N. Arm), normais na fase de desenvolvimento no germinador (G. Norm), porcentagem de plântulas normais na fase de desenvolvimento no germinador (% Norm), anormais na fase de desenvolvimento no germinador (G. Anor), porcentagem de plântulas anormais na fase de desenvolvimento no germinador (% Anor), mortos na fase de desenvolvimento no germinador (G. Mor), porcentagem de plântulas mortas na fase de desenvolvimento no germinador (% Mor), sobreviventes após o período na casa de vegetação (CV), sobreviventes após o período na casa de sombra (CS) e sobreviventes após o período a pleno sol (PS)

Tempo (meses)	Arm.			Germinador				Viveiro			
	CRAS	N. Arm	N. Norm	% Norm	N. Anor	% Anor	N. Mor	% Mor	N. CV	N. CS	N. PS
1	0%	92 a	49 a	53 a	20 a	26 a	23 a	22 a	45 a	40 a	40 a
	30%	95 a	40 a	44 a	29 a	31 a	26 a	26 a	31 a	30 a	30 a
	60%	100 a	42 a	46 a	25 a	29 a	33 a	26 a	32 a	29 a	29 a
2	0%	100 a	75 a	73 a	15 a	16 a	10 a	12 a	60 a	59 a	59 a
	30%	96 a	71 a	78 a	8 a	9 a	17 a	14 a	45 a	41 a	41 a
	60%	92 a	38 b	53 b	11 a	15 a	43 a	32 a	14 b	14 b	13 b
3	0%	96 a	60 a	60 a	23 a	26 a	13 a	14 a	52 a	50 a	49 a
	30%	91 a	61 a	73 a	11 ab	13 a	18 a	14 a	41 a	39 a	38 a
	60%	84 a	26 b	32 b	14 b	17 a	46 a	52 a	13 b	10 b	9 b
4	0%	96 a	60 a	65 a	26 a	28 a	10 a	8 b	49 a	49 a	49 a
	30%	91 a	51 a	56 a	5 b	6 b	35 a	39 ab	24 b	22 b	21 b
	60%	56 a	17 b	30 b	6 b	11 b	34 a	59 a	6 b	5 b	5 b
5	0%	94 a	37 a	41 a	26 a	29 a	31 a	30 a	12 a	6 a	6 a
	30%	78 a	17 ab	18 b	10 b	10 b	51 a	47 a	1 a	1 a	0 a
	60%	54 a	1 b	1 b	1 b	1 b	52 a	48 a	1 a	1 a	1 a
6	0%	97 a	52 a	55 a	11 a	12 a	34 ab	34 a	14 a	6	6
	30%	64 ab	1 b	1 b	2 a	2 a	61 a	72 a	0 b	-	-
	60%	12 b	0 b	0 b	0 a	0 a	12 b	25 a	-	-	-
7	0%	97 a	66 a	70 a	7 a	8 a	24 a	23 a	17 a	13	13
	30%	51 ab	4 b	5 b	0 a	0 b	51 a	46 a	4 b	-	-
	60%	11 b	0 b	0 b	0 a	0 b	11 a	25 a	-	-	-
8	0%	89 a	35 a	40 a	19 a	22 a	35 a	39 a	11 a	7	7
	30%	6 b	1 b	4 b	0 b	0 b	5 a	21 a	0 b	-	-
	60%	5 b	0 b	0 b	0 b	0 b	5 a	25 a	-	-	-
9	0%	87 a	34 a	43 a	10 a	11 a	43 a	47 a	20	18	-
	30%	6 b	0 b	0 b	0 a	0 b	6 a	25 a	-	-	-
	60%	0 b	0 b	0 b	0 a	0 b	0 a	0 a	-	-	-
CV %		46	32	67	69	85	96	76	91	86	41
valor p		0,0001	0,0000	0,0048	0,0282	0,0014	0,1109	0,1631	0,1143	0,0505	0,0039

*Valores seguidos da mesma letra na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a nível de 5% de significância

*CV%: coeficiente de variação

APÊNDICE 2

Comprimento médio de parte aérea (PA), raiz (R) e diâmetro de colo (D) das sementes germinadas, onde: CRAS – capacidade de retenção de água do substrato; CV – fase na casa de vegetação; CS – fase na casa de sombra; PS – fase a pleno sol

Tempo (meses)	Armazenamento			Germinador		CV	CS	PS	
	CRAS	PA (cm)	R (cm)	PA (cm)	R (cm)	PA (cm)	PA (cm)	PA (cm)	D (mm)
1	0%	1,3	3,6	2,9	6,8	2,2	3,5	5,0	2,4
	30%	1,9	4,4	2,9	6,8	2,1	3,4	4,3	2,7
	60%	2,6	4,8	3,5	6,5	2,7	3,2	4,7	2,4
2	0%	0,9	3,6	3,5	5,2	2,6	3,7	4,3	1,8
	30%	1,9	4,2	2,9	4,9	2,2	3,2	3,9	1,6
	60%	3,0	5,8	3,0	5,1	1,6	2,6	3,6	1,6
3	0%	1,0	3,9	2,8	4,5	2,8	4,0	4,6	2,3
	30%	2,3	4,1	2,7	4,7	1,7	2,6	3,2	1,7
	60%	3,3	5,7	3,4	5,9	1,6	2,7	4,0	1,5
4	0%	0,8	3,2	2,7	3,5	2,7	3,2	3,9	1,8
	30%	2,2	4,9	2,5	4,6	1,9	2,5	3,4	1,5
	60%	2,7	5,6	3,0	5,5	1,7	2,6	3,5	1,5
5	0%	0,8	3,3	2,8	4,7	2,1	2,6	2,9	1,1
	30%	2,2	4,2	3,0	5,3	0,5	1,0	-	-
	60%	2,6	5,3	3,2	4,5	3,0	3,0	3,2	1,3
6	0%	1,9	4,2	3,1	4,4	2,5	3,2	3,4	1,1
	30%	2,4	4,7	2,0	1,1	-	-	-	-
	60%	3,5	6,4	-	-	-	-	-	-
7	0%	0,8	3,2	2,9	3,6	2,7	3,4	4,8	1,8
	30%	2,7	4,2	2,6	3,1	-	-	-	-
	60%	3,6	5,5	-	-	-	-	-	-
8	0%	0,8	3,3	2,6	2,2	2,3	3,1	3,7	1,3
	30%	1,8	3,4	2,0	2,1	-	-	-	-
	60%	3,1	4,9	-	-	-	-	-	-
9	0%	1,1	4,2	2,6	4,0	2,8	3,6	-	-
	30%	2,7	6,2	-	-	-	-	-	-
	60%	-	-	-	-	-	-	-	-

APÊNDICE 3

Comprimento médio e massa seca de parte aérea (PA) e raiz (R) das mudas originadas das sementes germinadas, após o período de 105 dias no viveiro em cada capacidade de retenção de água do substrato (CRAS)

Tempo (meses)	Comprimento (cm)				Massa seca (g)	
	CRAS	Nº ind.	PA	R	PA	R
1	0%	10	4,9	16,2	0,30	0,30
	30%	10	4,1	16,4	0,24	0,20
	60%	10	5,5	17,8	0,32	0,21
2	0%	10	4,4	14,5	0,09	0,11
	30%	10	4,4	15,6	0,08	0,09
	60%	10	4,0	14,5	0,05	0,06
3	0%	10	4,7	14,4	0,14	0,15
	30%	10	4,6	15,6	0,17	0,16
	60%	5	4,4	14,8	0,05	0,03
4	0%	10	4,5	15,6	0,09	0,13
	30%	10	3,7	14,4	0,04	0,04
	60%	5	4,3	13,8	0,04	0,03
5	0%	6	3,3	12,3	0,01	0,01
	30%	-	-	-	-	-
	60%	1	-	-	-	-
6	0%	6	3,7	11,3	0,03	0,02
	30%	-	-	-	-	-
	60%	-	-	-	-	-
7	0%	10	5,0	14,3	0,17	0,11
	30%	-	-	-	-	-
	60%	-	-	-	-	-
8	0%	7	3,6	12,6	0,02	0,01
	30%	-	-	-	-	-
	60%	-	-	-	-	-

APÊNDICE 4

Número de indivíduos tratados com PEG em cada fase, e porcentagem dos parâmetros avaliados no período de desenvolvimento no germinador das sementes germinadas, dentro de cada capacidade de retenção de água do substrato (CRAS), sendo classificados em: sobreviventes ao armazenamento (N. Arm), normais na fase de desenvolvimento no germinador (G. Norm), porcentagem de plântulas normais na fase de desenvolvimento no germinador (% Norm), anormais na fase de desenvolvimento no germinador (G. Anor), porcentagem de plântulas anormais na fase de desenvolvimento no germinador (% Anor), mortos na fase de desenvolvimento no germinador (G. Mor), porcentagem de plântulas mortas na fase de desenvolvimento no germinador (% Mor), sobreviventes após o período na casa de vegetação (CV), sobreviventes após o período na casa de sombra (CS) e sobreviventes após o período a pleno sol (PS)

Tempo (meses)	CRAS	Arm.			Germinador			Viveiro			
		N. Arm	N. Norm	% Norm	N. Anor	% Anor	N. Mor	% Mor	N. CV	N. CS	N. PS
1	0%	0 a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30%	35 a	11 a	16 a	11 a	16 a	13 a	18 a	9 a	8 a	8 a
	60%	60 a	12 a	10 a	26 a	24 a	22 a	16 a	7 a	7 a	6 a
2	0%	0 a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30%	47 a	20 a	22 a	13 a	14 a	14 a	15 a	10 a	7 a	7 a
	60%	44 a	11 a	13 a	12 a	14 a	21 a	24 a	6 a	5 a	4 a
3	0%	0 a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30%	42 a	19 a	24 a	14 a	17 a	7 a	9 a	13 a	11 a	11 a
	60%	18 a	4 a	6 a	4 a	6 a	10 a	14 a	3 a	3 a	1 a
4	0%	0 a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30%	29 a	5 a	5 a	19 a	17 a	4 a	4 a	2 a	0 a	0 a
	60%	25 a	5 a	6 a	7 a	8 a	13 a	11 a	2 a	0 a	0 a
5	0%	0 a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30%	27 a	5 a	9 a	14 a	25 a	9 a	16 a	3 a	-	-
	60%	17 a	7 a	10 a	6 a	9 a	4 a	6 a	1 a	-	-
6	0%	0 a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30%	32 a	10 a	16 a	13 a	21 a	9 a	14 a	9 a	-	-
	60%	17 a	7 a	10 a	2 a	3 a	8 a	12 a	7 a	-	-
7	0%	0 a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30%	28 a	3 a	6 a	5 a	9 a	17 a	35 a	0 a	-	-
	60%	12 a	2 a	5 a	2 a	5 a	7 a	16 a	0 a	-	-
8	0%	0 a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30%	31 a	9 a	15 a	7 a	12 a	15 a	24 a	0 a	-	-
	60%	6 a	1 a	4 a	0 a	0 a	6 a	22 a	0 a	-	-
9	0%	0 a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30%	19 a	3 a	4 a	6 a	8 a	9 a	13 a	0 a	-	-
	60%	3 a	1 a	8 a	1 a	8 a	1 a	8 a	0 a	-	-
CV%		166	160	177	164	167	162	216	239	245	156
valor p		0,9124	0,93	0,8269	0,9282	0,9162	0,9782	0,9	0,871	0,83	0,97

*Valores seguidos da mesma letra na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a nível de 5% de significância;

*CV%: coeficiente de variação.

APÊNDICE 5

Comprimento médio de parte aérea (PA), raiz (R) e diâmetro de colo (D) das sementes tratadas com PEG, onde: CRAS – capacidade de retenção de água do substrato; CV – fase na casa de vegetação; CS – fase na casa de sombra; PS – fase a pleno sol

Tempo (meses)	Armazenamento			Germinador		CV	CS	PS	
	CRAS	PA (cm)	R (cm)	PA (cm)	R (cm)	PA (cm)	PA (cm)	PA (cm)	D (mm)
1	30%	0,6	0,6	2,0	4,1	2,2	3,4	3,8	2,1
	60%	1,1	0,9	3,2	4,6	2,1	2,9	4,0	1,8
2	30%	1,1	0,8	2,4	3,7	1,5	2,2	3,0	1,8
	60%	1,5	0,8	1,6	3,0	1,2	2,2	2,9	2,1
3	30%	1,1	0,8	2,0	2,5	1,5	2,1	2,8	1,6
	60%	0,9	1,0	1,2	2,7	1,6	2,0	2,6	1,6
4	30%	1,1	0,5	1,5	1,7	1,6	-	-	-
	60%	1,1	0,5	1,5	1,7	1,6	-	-	-
5	30%	2,2	2,0	1,9	3,3	-	-	-	-
	60%	1,7	1,9	1,5	2,3	-	-	-	-
6	30%	1,4	0,9	2,1	1,0	-	-	-	-
	60%	1,8	1,4	1,8	1,5	-	-	-	-
7	30%	1,9	1,8	2,7	1,7	-	-	-	-
	60%	1,5	1,7	2,0	5,5	-	-	-	-
8	30%	2,2	1,4	1,3	1,6	-	-	-	-
	60%	2,1	3,1	3,0	5,4	-	-	-	-
9	30%	1,4	1,1	2,3	2,8	-	-	-	-
	60%	1,4	2,0	2,2	0,5	-	-	-	-

APÊNDICE 6

Comprimento médio e massa seca da parte aérea (PA) e raiz (R) das mudas com PEG após o período de 105 dias no viveiro, sendo CRAS a capacidade de retenção de água do substrato

Tempo (meses)	Comprimento (cm)				Massa seca (g)	
	CRAS	Nº ind.	PA	R	PA	R
1	30%	5	4,10	17,16	0,11	0,15
	60%	5	4,10	16,06	0,08	0,10
2	30%	5	3,42	15,14	0,07	0,05
	60%	4	2,98	15,08	0,06	0,07
3	30%	5	5,16	14,72	0,07	0,05
	60%	1	-	-	-	-
4	30%	-	-	-	-	-
	60%	-	-	-	-	-